

Hannu Kopola

Urjalan kunnan Huhdin koulun sisäilmaongelmat ja ylipaineistuksen vaikutukset

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

2018

Tekijä(t)	Hannu Kopola
Otsikko	Urjalan kunnan Huhdin koulun sisäilmaongelmat ja ylipaineistuksen vaikutukset
Sivumäärä	103 sivua + 2 liitettä
Aika	5. maaliskuuta 2018
Tutkinto	Insinööri (YAMK)
Koulutusohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Korjausrakentaminen
Ohjaaja(t)	Lehtori Markus Immonen Tekninen johtaja Di Kimmo Virta Kunnan rakennusmestari RKM Jiri Laine

Työn päätavoitteena oli selvittää rakennuksen ylipaineistuksen vaikutukset sisäilmaan ja rakenteisiin. Rakenteiden kannalta pääosassa olivat mahdollisesti syntyneet vauriot. Ylipaineistuksen vaikutusta rakennuksen energian kulutukseen seurattiin. Verrokkeina olivat aikaisempien vuosien kulutustasot. Rakennuksen uusia käyttömuotoja pyrittiin myös ideoimaan.

Työssä seurattiin Urjalan kunnan Huhdin koulurakennuksen oirekyselyitä, kuntotutkimuksia, korjaustoimenpiteitä, ylipaineistamista, käyttäjien tuntemuksia ylipaineistuksen vaikutuksia, energian kulutuksen kehittymistä ja ideointia rakennuksen tulevasta käytöstä. Rakennuksessa toimii Urjalan kunnan yläaste ja Väinö Linnan lukio. Asian teoriaperusteita on selvitetty kirjallisuuden sekä tutkijoiden ja asiantuntijoiden lehdistöhaastattelujen perusteella. Sisäilmaongelmat, niiden aiheuttaja sekä terveydelliset vaikutukset ovat haastava aihealue lääketieteen ja rakennustekniikan tutkijoille ja asiantuntijoille.

Sisäilman mikrobipitoisuuksien mittaamiseen ei ole luotettavaa mittalaitetta vaan niiden arviointi suoritetaan mahdollisimman ison ihmisjoukon tuntemuksilla ja sairastavuudella eli oirekyselyjen suorittamisella. Luotettavimmat analyysitulokset saadaan rakenteiden avaamisen yhteydessä otetuista materiaalinäytteistä. Ilmassa olevista mikrobeista osa on terveydelle haitallisia, mutta osa on jopa terveyden kannalta välttämättömiä. Rakennuksen ylipaineistamista ei pidetä suositeltavana, koska se aiheuttaa sisäilman siirtymistä rakenteiden läpi ulkoilmaan ja sisäilmasta voi tiivistyä kosteutta rakenteisiin, mikä taas aiheuttaa ei-toivottua mikrobikasvustoa rakenteissa. Rakennuksen alipaineistaminen on suositusten mukaista, mutta liian suuri alipaineistuksen taso aiheuttaa ilman siirtymistä rakenteiden läpi sisäilmaan. Rakenteiden läpi kulkiessaan se tuo mukanaan mikrobeja. Kaikkiin rakenteisiin syntyy mikrobikasvustoa jo varsin pian rakentamisen jälkeen. Rakenteen kosteusolosuhteilla on ratkaiseva vaikutus mikrobikasvuston voimakkuuteen.

Rakennuksen käyttäjien sisäilmassa tunteman haitan aiheuttaja jää usein selvittämättä, eli sitä ei löydetä.

Avainsanat

kosteusvaurio, mikrobi, sisäilma, ylipaine

Author	Hannu Kopola
Title	Indoor Air Problems and Effects of Overpressure in School Building
Number of Pages	103 pages + 2 appendices
Date	5. March 2018
Degree	Master of Engineering
Degree Program	Civil engineering
Specialisation option	Building Renovations
Instructor(s)	Markus Immonen, Senior Lecturer Kimmo Virta, M.Tech., Technical Director Jiri Laine, County Construction Engineeri

The aim of the study was to find out the effects of overpressuring in the indoor air and the constructions. The main issues with the construction are the possible damages. Also the effects of overpressuring on the energy consumption of the building were observed. The measurements were compared with the level of energy consumption in the past years.

Huhti's school building houses a secondary school and the Väinö Linna high school. The study introduces the investigation of the constructional condition, renovation, overpressuring of the building, with a survey of the users' symptoms and experiences.

There is no reliable measuring device for the microbes in indoor air so the evaluation was done by surveying as big a group of people as possible, asking their experiences, evaluating their possible sicknesses and carrying out symptom inquiries.

The most reliable results can be achieved from the material samples when opening the constructions. One part of the microbes in the air are harmful to health but the other are necessary.

Overpressuring the building is not recommended because it makes the indoor air move through the construction and that may cause moisture condensation in the construction which brings unwanted microflora. Underpressuring the buildings is recommended but making it on too a high level brings the outdoor air going through the construction indoors. When doing so, the air brings microbes with. All construction will soon be covered with microflora. . The moisture in the construction strongly effects the growth of the microflora.

The reason for the symptoms of the building users often remains unclear.

Keywords	Moisture damage, microbe, indoor air, overpressure
----------	--

Sisällysluettelo

Keskeisimmät käsitteet	4
Lyhenteet	9
1 Johdanto	10
1.1 Opinnäytetyön tausta	10
1.2 Opinnäytetyön lähtökohta ja tavoite	10
2 Aihealueen teoriaosuus	11
2.1 Mikä on merkittävä kosteus- ja homevaurio?	11
2.2 Kosteus- ja homevaurioiden terveydellinen merkitys	12
2.3 Mikrobit	13
2.4 Kemialliset aineet	14
2.5 Hiukkaset, pölyt ja kuidut	14
2.6 Koulurakennusten kosteusvauriot	15
2.7 Alipaineistus	18
2.8 Tutkimusmenetelmät	18
2.8.1 Kuntoarvio	18
2.8.2 Kuntotutkimus	19
3 Kosteustekninen kuntotutkimus (Väinö Linnan lukio ja Huhdin koulu)	20
3.1 Kohde	21
3.2 Oirekyselyt	21
3.2.1 Havainnot ja tulokset	23
3.3 Rakenteet	23
3.3.1 Vanhan osan ilmanvaihtojärjestelmä	27
3.3.2 Juhlasali	31
3.3.3 WC-tilat, pukuhuoneet ja pesutilat	32
3.3.4 Keittiö ja ruokasali	32
3.3.5 Luokka 31	32
3.3.6 Erityisopetustila	33
3.3.7 Vanhan osan julkisivut	34

3.3.8	Uuden osan yläkerran katot	34
3.3.9	Luokkahuone 126	34
3.3.10	Luokkahuone 122	35
3.3.11	Luokkahuone 129	37
3.3.12	Yhdyskäytävän katto	37
3.3.13	Laajennusosan 2. kerroksen käytävän katto	39
3.3.14	Laajennusosan ilmanvaihto	41
3.4	Analyysi ja korjaustarpeiden arviointi	42
3.4.1	Laajennusosan kattovuotokohdat	42
3.4.2	Yhdyskäytävän aiheuttama vuoto laajennusosan seinään	42
3.4.3	Vanhan puolen ilmanvaihto	43
3.4.4	Vanhan puolen putkikanaalit	43
3.4.5	Vanhan puolen märkätilat	43
3.4.6	Vanhan puolen viemärit ja lämmitysjärjestelmä	44
3.4.7	Vanhan puolen ulkoseinät	44
3.4.8	Uuden puolen ilmanvaihto	44
3.4.9	Juhlasalin lattia	45
3.4.10	Uuden puolen vesikatto	45
3.4.11	Juhlasalin jatkotutkimukset 5.5.2013	45
3.4.11.1	Rakenne	46
3.5	Vuonna 2013 suoritettut toimenpiteet	49
3.6	Korjausten vaikutukset	52
3.6.1	Urjalan yläkoulun ja lukion henkilök. oirekysely; joulukuu 2013	52
3.6.2	Urjalan lukion oirekysely; marraskuu 2014	54
3.6.3	Urjalan yläkoulun oirekysely; marraskuu 2014	54
3.6.4	Urjalan yläkoulun ja lukion henkilök. oirekysely; marraskuu 2014	55
3.7	Sisäilmahaittojen jatkoselvitys 25.3.2015	56
3.7.1	Sisäilman mikrobimittaukset	56
3.7.2	Tilojen poistaminen käytöstä	56
3.7.3	Riskianalyysi	57
3.7.4	Vauriokartoitus ja mikrobinäytteet	57
3.7.5	Tuloilmakanavien pölynäytteet	58
3.7.6	Kertyneen pölyn määrän ja lähteiden arviointi	60
3.7.7	Rakennuksen painesuhteet	61
3.7.8	Muut havainnot	61
3.7.9	Uusi puoli	62
3.7.10	Vanha puoli	63
3.8	Ylipaineistus	63

3.8.1	Korvaava tuloilmanvaihto	64
3.8.2	Yläpölyjen siivous	66
3.8.3	Rakennuksen painesuhteet	66
3.8.4	Ylipaineistuksen seuranta	69
3.8.5	Rakennuksen energiankulutus	75
3.8.6	Kysely käyttäjille	77
3.8.7	Yhteenveto kyselyn tuloksista	91
3.8.8	Ylipaineistuksen rakenteelliset vaikutukset	96
3.9	Rakennuksen tulevan käytön ideointi	96
4	Johtopäätökset	99
	Lähteet	103
	Liitteet	104
	Liite 1. Mikrobinäytteiden analyysitodistus 7.3.2013	105
	Liite 2. Mikrobinäytteiden analyysitodistus 16.4.2013	110

Keskeisimmät käsitteet

Absoluuttinen kosteus	on vesihöyryn massan suhde vesihöyrymäärän sisältämän ilman tilavuuteen.
Altistuminen	Tilanne, jossa sisäympäristössä oleva tekijä (fysikaalinen, biologinen tai kemiallinen) joutuu kosketuksiin ihmisen kanssa. Edellä mainittujen tekijöiden hengittäminen, nieleminen, kosketus silmiin tai iholle ovat altistumista. Altistuminen ei tarkoita sairastumista, mutta voi johtaa siihen.
Andersen-keräin	Keräin (impaktori), jolla otetaan näytteitä ilman epäpuhtauksista mm. mikrobeista. Keräimessä olevan pumpun avulla imetään vakionopeudella ilmaa kammioon, jossa siivilälevyt erottavat hiukkaset kuudelle eri tasolle hiukkaskoon mukaan.
CFU	Colony Forming Unit eli pesäkkeitä muodostava yksikkö (pmy), jota käytetään pesäkkeiden viljelytulosten ilmoittamiseen. Periaatteena on, että jokainen elinkykyinen mikrobi tai mikrobikasauma muodostaa yhden pesäkkeen, jotka laskeaan. Tulos ilmoitetaan tiettyä ilmamäärää, materiaalin pinta-alaa tai painoyksikköä kohden.
Emissio	Materiaalista vapautuvat erilaiset kemialliset yhdisteet.
HEPA-suodatin	Mikrosuodatin, joka on tarkoitettu erottamaan erittäin pieniä (μm) hiukkasia. Lyhenne tulee englannin kielen sanoista High Efficiency Particulate Air Filter.
Home	Puhekielessä kosteus- ja homevauriossa homeella tarkoitetaan home- ja hiivasieniä ja tiettyjä bakteereita, jotka kasvavat kastuneissa materiaaleissa.
Homeongelma	Rakennusmateriaalin kastuessa, erityisesti toistuvan tai pitkän kosteusaltistuksen seurauksena voi syntyä home-ongelma. Tällöin missä tahansa materiaalissa voi kasvaa mikrobeja eli homeita, hiivoja tai bakteereja.

Ilmanäyte	on sisäilmassa olevien elinkykyisten sienten ja bakteerien tutkimiseen tarkoitettu menetelmä. Ilmanäytteet voidaan ottaa Andersen-keräimellä.
Ilmansulku	Rakenteen kerros, joka estää ilman kulkeutumisen rakenteen lävitse. Höyrynsulku on usein ilmansulkuna.
Indikaattorilaji	Mikrobeja, joita ei pitäisi esiintyä kosteusongelmattoman rakennuksen sisäilmassa.
Kapilaarikatko	on maanvaraisen rakenteen alla tai vieressä oleva veden kapillaarisen liikkeen katkaisemiseen tarkoitettu kerros.
Kondensoituminen	on ilman sisältämän vesihöyryn tiivistymistä rakenteen jollekin pinnalle. Kondenssia esiintyy, kun ilman vesihöyrypitoisuus saavuttaa kyllästyskosteuspitoisuuden eli 100 RH-%.
Kosteusvaurio	Vaurio, jonka syynä on rakenteeseen johtunut kosteus, mutta joka ei ole muuttunut terveellisyyttä tai turvallisuutta vaarantavaksi uhkaksi.
Kosteus- ja homevaurio	Vaurio, jonka syynä on rakenteeseen joutunut kosteus ja joka on aiheuttanut sisäilmasto-ongelman, joka voi aiheuttaa terveellisyyttä tai turvallisuutta vaarantavan uhkan.
Kunnossapito	Toimenpide, jolla rakennusosan tekninen kunto pidetään alkuperäistä tasoa vastaavana. Suunnitellulle kunnossapidolle on luonteenaista, että toimenpide tehdään toistuvasti kunnossapitajakson välein. Arvaamaton kunnossapito (vikakorjaukset) on vuosittaista ja sen syynä on äkillisesti syntynyt vika tai vaurio kuten putkivuoto, myrskytuho tai ilkivalta.
Kunnossapitajakso	Aikaväli, jonka jälkeen kunnossapitotoimenpide tulee suorittaa.

Kunnossapitosuunnitelma	Kunnossapitotoimenpiteiden ja -kustannusten ajallinen suunnitelma. Aikajänne voi olla pitkä (esimerkiksi 30 vuotta), keskipitkä (5-10) tai vuosittainen (1-3) vuotta. Kunnossapitosuunnitelma sisältää kohteessa tehtävät kunnossapitotyöt (hankkeina), niiden ajoituksen ja kustannukset. Kunnossapitosuunnitelmaan liittyy usein myös rahoitussuunnitelma.
Kuntoarvio	Arvio, joka on aistinvaraisesti ja rakenteita rikkomatta tehty, asiantuntijan arvio, rakenteiden tai laitteiden kunnosta. Mahdollisia mittauksia tehdään rakenteita vaurioittamatta.
Kuntotutkimus	Mittauksiin perustuva tutkimus, jolla vaurion syy ja laajuus voidaan selvittää mahdollisesti avaamalla rakenteita. Kuntotutkimuksia käytetään korjaussuunnittelun taustatietona.
Mikrobikasvusto	Home-, hiiva- tai bakteerikasvusto, joka elää rakennuksen sisäpinnoilla tai rakenteiden sisällä. Kasvusto on silminnähtävää ja varmennettu mikrobiologisen analyysin avulla.
Muutostyö	Muutostyö on korjaustoimenpide, jolla tila tai rakennus muutetaan vastaamaan toimintaympäristön vaatimuksia. Muutostyö voi luonteeltaan olla kunnossapitoa tai perusparannusta.
Mykotoksiini	Homekasvustojen tuottama homemyrkky, jota homekasvustot tuottavat olosuhteissa, joissa niillä ei ole tarpeeksi ravintoa.
PAH	Orgaanisen aineen epätäydellisen palamisen seurauksena syntyvät polysykliset aromaattiset hiilivedyt, joista osa aiheuttaa syöpää.
PCB	Polyklooratut bifenyyliä ovat orgaanisia klooriyhdisteitä, joita on käytetty mm. liimoissa ja maaleissa.

Perusparannus	Perusparannus on korjaustoimenpide, jolla rakenteen alkuperäistä teknistä tasoa parannetaan.
Rakennekosteus	Rakenne- tai rakennuskosteus tarkoittaa rakennusvaiheen aikana rakenteisiin imeytynyttä tai jäänyttä rakenteen käyttöaikaisen tasapainokosteuden ylittävää kosteutta.
Rakennusterveysasiantuntija	on Itä-Suomen yliopiston rakennusten terveellisyyteen liittyvien asiantuntijoiden koulutuksen tai Helsingin yliopiston rakennusterveyden asiantuntijaohjelman mukaisen koulutuksen suorittanut henkilö.
Riskirakenne	Rakenneratkaisu, jonka kosteustekninen toiminta on puutteellista ja joka voi johtaa rakenteen vaurioitumiseen muita rakenneratkaisuja nopeammin. Riskirakenteen rakennusaikana rakenteen ongelmakohtia ei ole ymmärretty.
Sieni	Mikrobi, joka tuottaa rihmastoja ja itiöitä.
Sisäilmasto	Sisäilmasto tarkoittaa aistein havaittavaa tai tavalla tai toisella ihmiseen vaikuttavaa sisätilojen ilman laatua. Sisäilmastoon vaikuttavat kemialliset ja mikrobiologiset epäpuhtaudet sekä fysikaaliset tekijät. Fysikaalisia tekijöitä ovat sisäilman lämpötila ja kosteus, ääniolosuhteet, ilmavaihto, säteily ja valaistus.
Sisäilmasto-ongelma	Sisäilmasto - ongelma tarkoittaa terveyttä tai turvallisuutta vaarantavaa tekijää rakennuksessa. Sen syynä voi olla esimerkiksi kosteus- ja homevaurio, rakennusmateriaaleista aiheutuva kemiallinen päästö tai orgaaninen pöly, toiminnasta aiheutuva vika tai virheellinen ylläpito.

Sisäilma-asiantuntija	Sisäilma-asiantuntija on henkilö, joka tuntee sisäilmaston laatuun vaikuttavat tekijät ja kykenee toimimaan esimerkiksi sisäilmatyöryhmän asiantuntijajäsenenä. Sisäilma-asiantuntijan aihealueita ovat rakenteiden kosteusfysikaaliset toiminnot sekä ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien toiminta. Hän tietää mikrobiologisten tai rakennusmateriaalien emissioiden vaikutuksen terveyteen ja mahdollisesti hallitsee tarvittavat näytteenotot ja niiden tulkinnan.
Sisäilmatyöryhmä	Eri alojen asiantuntijoista koostuva työryhmä, jonka tehtävänä on koordinaida sisäilmastoon liittyvän ongelman selvittämistä ja tiedottaa prosessin tilanteesta osapuolille.
Suhteellinen kosteus RH	Ilman sisältämän mitatun absoluuttisen vesisisällön ja sellaisen absoluuttisen vesisisällön suhde, jossa ilma sisältäisi samassa lämpötilassa suurimman mahdollisen määrän vettä. Suhteellinen kosteus ilmoitetaan prosentteina (%).
Vertailunäyte	Vaurionäytteen kanssa vastaavanlaisesta rakennuksesta, otettu pinta-, materiaali- tai ilmanäyte, jossa ei ole näkyvää kasvustoa, kosteusjälkiä eikä poikkeavaa hajua ja jonka rakennuksen asukkaat eivät oireile.
Viitearvo	Viitearvolla tarkoitetaan, arvioitaessa sisäilman laatua, yksittäisten häiritteijöiden tutkittua ja mitattua määrää tai pitoisuutta sisäilmassa. Viitearvo P50 kuvaa tavanomaista sisäilman laatutasoa ja viitearvo P90 tasoa, jonka ylitys viittaa selvästi epätavanomaisen epäpuhtauslähteen olemassaoloon.
TVOC	Haihtuvien orgaanisten aineiden kokonaispitoisuus (engl. Volatile Organic Compound)
VOC-yhdisteet	Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet, joiden kiehumispiste on 50 - 250 °C välillä.
Vuosikorjaus	Vuosikorjaus on synonyymi termille kunnossapito.

(Hekkanen, Martti. 2006. Kosteus- ja homeongelmien havaitseminen, korjaus ja ehkäisy kuntien rakennuksissa. Kuntaliitto 2006)

(Tikkanen, Timo. 2014. Sisäilma-asiantuntijan tehtävät ja kiinteistöstrategian käynnistäminen, opinnäytetyö Savonia AMK. 2014)

(Päkkilä, Taneli. 2012. Mikrobin kulkeutuminen sisäilmaan paine-eron vaikutuksesta, diplomityö Aalto yliopisto 2012)

Lyhenteet

A ^{°C} _{vrk}	Lämmitystarveluku eli astepäiväluku, jonka avulla lämmitysenergioiden kulutukset saadaan vertailukelpoisiksi
Pa	Paineen yksikkö $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 0,00001 \text{ bar}$
PM _{2,5}	Hengitettäviä hiukkasia, joiden halkaisija on alle 2,5 mikrometriä (µm) Particulate Matter <2,5
PM ₁₀	Hengitettäviä hiukkasia, joiden halkaisija on alle 10 mikrometriä (µm) Particulate Matter <10

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

Rakennusten sisäilmaan liittyvät ongelmat ovat nousseet korjausrakentamisen tutkimuksen keskiöön 2000-luvulla. Sisäilmaongelmien eliminointi vaikuttaa myös uusien rakennusten suunnitteluun ja toteuttamiseen. Ongelmien yleisin aiheuttaja on kosteusvauriot ja niistä syntyvät mikrobikasvustot. Kosteusvauriot voivat olla rakentamisen aikaisia, rakenteiden kuivumiseen liittyviä, tai käytön aikana syntyviä. Sisäilman epäpuhtauksia lisäävät rakennusmateriaalien päästöt ja heikko ilmanvaihto. Rakennuksen käyttäjä ja hänen terveytensä on kaikille sisäilmaongelmille vaikuttavuuden kohde. Terveysvaikutusten vuoksi sisäilmaongelmien poistaminen on tärkeää.

Rakenteessa oleva mikrobikasvusto varmennetaan joko rakenneavauksin tai mikrobiologisilla menetelmillä, joista yleisimmät ovat materiaali- tai sisäilmanäyte. Asumisterveysoppaassa (2009) on annettu materiaali- ja mikrobiinäytteiden tuloksien viitearvot. Viitearvojen avulla mikrobiinäytteiden tuloksista päätellään kasvuston aiheuttama terveyshaitta ja annetaan jatkotoimenpide-ehdotukset.

1.2 Opinnäytetyön lähtökohta ja tavoite

Tässä opinnäytetyössä on selvitetty Urjalan kunnan Huhdin koulun sisäilmaongelmaa, seuraamalla rakennuksessa tehdyn kuntotutkimuksen ja sen perusteella suoritettuja korjaustoimenpiteiden vaikutusta käyttäjien tuntemuksiin ja terveyteen.

Huhdin koulun rakennustilavuus on 17076 m³ ja kerrosala 5692 m². Koulussa toimii yläaste ja lukio (Väinö Linnan lukio ja Huhdin koulu). Koulussa on usean vuoden ajan epäilty sisäilmaongelmaa. Tilanne kärjistyi vuosien 2013 ja 2014 aikana. Aluehallintovirasto uhkasi koulun sulkemisella.

Rakennuksessa on aiemmin suoritettu ongelman hoitamiseksi pienempiä korjaustoimenpiteitä, jotka eivät kuitenkaan ole johtaneet toivottuihin tuloksiin. Rakennus osittain ylipaineistettiin vuonna 2015, millä pyrittiin terveyshaittojen poistamiseen ja rakennuksen käyttöä jatkamiseen siihen saakka, että Urjalan kunnan yhtenäiskoulu saadaan rakennetuksi sekä voidaan ottaa käyttöön.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää ylipaineistuksen vaikutukset sisäilmaan ja rakenteisiin sekä rakennuksen energiankulutukseen. Rakennuksen käyttäjien kannalta pyritään selvittämään ylipaineistuksen vaikutukset heidän tuntemuksiinsa ja vaikutukset heidän terveyteensä ja tältä perusteelta arvioida ylipaineistuksen vaikutukset rakennuksen sisäilmaan. Rakenteiden kannalta pääosassa on niihin mahdollisesti syntyvät vauriot. Rakennuksen tulevaisuuden käyttömahdollisuuksia pyritään ideoimaan sekä arvioimaan ideoiden toteuttamismahdollisuuksia.

2 Aihealueen teoriaosuus

2.1 Mikä on merkittävä kosteus- ja homevaurio?

Kosteus- ja homevaurion määrittelemineen merkittäväksi ei perustu pelkästään tekniseen tarkasteluun, vaan sen pitää sisältää myös altistumisen todennäköisyyden arviointi, jotta terveydellinen ulottuvuus saadaan mukaan. Merkittävä kosteus- ja homevaurio voidaan määritellä sellaiseksi vähäistä laajemmaksi rakenteelliseksi viaksi, jonka seurauksena haitallinen altistuminen kosteusvaurioituneista rakenteista ja materiaaleista vapautuville kemiallisille, fysikaalisille ja biologisille (mm. mikrobiperäisille) epäpuhtauksille on todennäköistä. Määritellyn vian perusteella korjaustarve voidaan arvioida kiireelliseksi altistumisen vähentämiseksi tai poistamiseksi. (Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1/2012, s.10.) Haitallista altistumista voidaan pitää todennäköisenä, kun rakennuksessa näkyy kosteus- ja homevaurioita sisäpinnoilla, mikrobikasvustoa todetaan materiaalissa tai ympäröivissä rakenteissa, poikkeavaa altistetta on todettu ilma- tai pölynäytteissä, tilat ovat selvästi alipaineisia tai ilmayhteys on vaurioituneesta tilasta tai rakenteesta työskentelytilaan. (Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2009:18.)

Rakennuksen sisäilmaongelmat ovat monimuotoisia ja niiden havainnointi mittauksin voi olla erittäin vaikeaa. Ongelmaa vaikeuttaa se, ettei sisäilman laatua pystytä kaikilta osin mittaamaan ja homeiden terveysvaikutusmekanismeja tunnetaan hyvin vähän. Tieteellisesti on osoitettu parhaiten kosteusvaurioiden ja terveysvaikutusten välinen yhteys.

2.2 Kosteus- ja homevaurioiden terveydellinen merkitys

Rakenteiden kastuminen ja mikrobien kertyminen rakenteiden pinnalle johtaa siihen, että huoneen sisäilmaan voi siirtyä vaurioituneista rakenteista ja niiden mikrobikasvustoista epäpuhtauksia. Ne kulkeutuvat silmiin, iholle ja hengitysteihin eli ihminen altistuu.

Kemialliset yhdisteet ja mikrobien osat voivat tietyillä pitoisuuksilla aiheuttaa elimistöön joutuessaan silmien sidekalvon ja hengitysteiden limakalvon ärsytyksen, mutta myös immunologinen tulehdusreaktio on mahdollinen. Vaikka asiaa on tutkittu jo kaksi vuosikymmentä, vieläkään ei tiedetä, miten oireilu ja sairastuminen kehittyvät solutasolla kosteusvaurioitilanteissa. (Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1/2012, s.12.)

Elämme maailmassa, joka on monenlaisten bakteerien, homeiden ja muiden mikrobien kansoittama. Suuri osa näistä pienistä ”tyypeistä” on meille harmittomia, osa suorastaan välttämättömiä, mutta osa tuottaa erilaisia toksisia tuotteita, joista osa on todella myrkyllisiä ja osalle pitkään altistunut ihminen saattaa herkistyä. (Salkinoja-Salonen 2016.)

Sellaista rakennusta ei ole mahdollista rakentaa, ettei joku raportoisi joitain oireita. Sisäilman haittatekijät aiheuttavat pääosin ohimeneviä oireita. Kosteusvaurioihin liittyy pieni astman lisääntymisen riski. Meillä ei ole olemassa tutkimusnäyttöä siitä, että ilman epäpuhtaudet ja myrkyt johtaisivat ympäristöherkkyyden kehittymiseen. On muitakin ympäristöherkkyyksiä, kuten kemikaaliherkkyys, sähköherkkyys tai infraääniherkkyys. Jos alamme rakentaa lainsäädäntöä pelkästään sisäilmaherkille, ei toteudu tasavertainen kohtelu. (Pekkanen, 2017.)

2.3 Mikrobit

Mikrobit ovat nimensä mukaisesti erittäin pieniä silmin näkymättömiä eliöitä. Kosteusvaurioiden seurauksena syntyneitä mikrobeita kutsutaan yleensä virheellisesti homeiksi. Homesienet ovat kuitenkin vain yksi mikrobien alalaji. Mikrobeihin luetaan myös erilaiset sienet ja bakteerit, joiden erottelu perustuu lisääntymistapaan. Pelkistään sanottuna bakteerit lisääntyvät jakautumalla, sienet rihmastojen avulla. Sienet pystyvät kuitenkin lisääntymään myös jakautumalla (Salkinoja-Salonen 2003, s. 177). Sädesieni eli aktinomykeetti-bakteeri on poikkeus, sillä se tuottaa rihmastoja ja itiöitä sienten tavoin. Mikrobikasvusto tuottaa ilmaan aineenvaihduntatuotteita, jotka mahdollisesti aiheuttavat terveyshaittaa (Päkkilä 2012 s.17).

Mikrobien kasvuun vaikuttavat monet kasvualustaan ja ympärivään ilmaan liittyvät tekijät: pH, hapellisuus, lämpötila ja ravinnon koostumus (Salkinoja-Salonen 2002, s.191). Mikrobien kasvun mitoittavana tekijänä rakenteissa on yleensä kosteus. Lisäksi mikrobit tarvitsevat ravinteita ja lämpöä, joita on aina rakenteissa. Mikrobit kasvavat kaikenlaisissa materiaaleissa, kuitenkin orgaanisissa, kuten puupohjaisissa materiaaleissa mikrobikasvusto syntyy nopeammin eli ne ovat homehtumisherkempiä. Homehtumisherkyydeltään kestävimpiä ovat lasi, metallit ja uusi alkalinen betoni. (Vinha 2011a, s.25.)

Merkittävää mikrobikasvuston osalta on, leviääkö mikrobikasvusto terveyshaittaa aiheuttavine aineineen sisäilmaan ilmapvirtausten mukana niin suurissa määrissä, että aiheuttaisivat terveyshaittaa rakennuksen käyttäjille. Yksittäisistä mikrobiologista mittauksista ei voi päätellä vaurion olevan haitallinen. Peltolan (2008, s. 55-56) mukaan terveyshaitan toteutuminen riippuu viidestä tekijästä:

1. Mikrobikasvuston määrästä, laajuudesta ja mikrobilajeista
2. Mikrobien kasvualusta ja kosteusolosuhteet: tietyt ravinteet ja kosteustilat saavat mikrobit tuottamaan erilaisia aineenvaihduntatuotteita
3. Onko mikrobien kasvupaikka sisäpinnassa vai sisäilmaan tulevan virtausreitin varrella
4. Kuljetettavatko ilmanpaine-erot mikrobeja sisäilmaan?
5. Onko mikrobit sisäilmasta erottava rakenne tiivis vai hatara?

Mikrobit ovat osa ihmisen elinympäristöä. Rakennusten sisäilmassa tavanomaisesti esiintyvien mikrobien lisäksi ulkoilmasta kulkeutuu mikrobeja sisätiloihin. Mikrobit kuuluvat luonnolliseen elinympäristöömme. Niistä muodostuu mahdollisesti terveyshaittaa aiheuttava mikrobialtistus, jos home- ja hiivasieniä tai bakteereita kasvaa rakennuksen kostuneilla pinnoilla tai rakenteissa, joista mikrobeja, niiden itiöitä tai niiden haitallisia aineenvaihduntatuotteita kulkeutuu ihmisen oleskelutiloihin.

2.4 Kemialliset aineet

Sisäilma saattaa sisältää terveyshaittaa aiheuttavia kemiallisia aineita (epäpuhtauksia). Kemialliset epäpuhtaudet ovat hiukkasmaisia tai kaasumaisia aineita, jotka voidaan jakaa orgaanisiin ja epäorgaanisiin yhdisteisiin. Eräitä sisäilman terveyshaittoja aiheuttavia aineita ovat ns. haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Niiden tärkeimpiä lähteitä ovat rakennus- ja sisustusmateriaaleihin sisältyvät puu, muovit, kumit, maalit, lakat, liimat ja monet hartsit. Näihin kuuluu sekä luonnon että synteettisiä materiaaleja. Orgaaniset yhdisteet voivat olla materiaalien lähtöaineita tai niiden hajoamistuotteita, jotka kulkeutuvat sisäilmaan. Myös mikrobien aineenvaihduntatuotteet ovat orgaanisia kemiallisia yhdisteitä. (Asumisterveysopas 2009 s.128.) Kohonneet sisäilman kemialliset pitoisuudet voivat aiheuttaa myös huoneistossa harjoitetusta harrastus- tai muusta toiminnasta. Maalit, liimat, lakat ja myös kosmetiikka voivat olla merkittäviä epäpuhtauslähteitä.

Kemiallisten, sisäilmassa esiintyvien aineiden kokonaismäärää kuvataan usein havaittujen orgaanisten aineiden pitoisuuksien määrällä (VOC eli Volatile Organic Compounds). Mittaustulos ilmoitetaan terminä TVOC (kaikki haihtuvat orgaaniset aineet) Terveystieteen arvioinnissa TVOC-mittaustulosta ei kuitenkaan sellaisenaan voida käyttää, koska se on hyvin epätarkka. Esimerkiksi TVOC-mittaustulos $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kertoo kemiallisten aineiden epätavallisen suuresta määrästä. Sisäilman tavanomaisena pitoisuutena voidaan pitää pitoisuutta $200\text{--}300 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.5 Hiukkaset, pölyt ja kuidut

Sisäilmassa saattaa esiintyä haitallisia määriä eräitä hiukkasia, pölyjä ja kuituja. Tällaisia ovat esimerkiksi rakennusmateriaaleista peräisin oleva sementti-/betonipöly, kipsipöly ja

lämmön- ja ääneneristeistä peräisin olevat teolliset mineraalivillakuidut sekä ulkoilmasta kulkeutunut katupöly. Edellä mainitut esiintyvät pääosin karkeassa ja ns. hengitettävässä hiukkaskokoluokassa (PM_{10}). Lisäksi hengitysilmassa on pienhiukkasia ($PM_{2,5}$), joiden tärkeimmät lähteet ovat rakennuksen ulkopuolisia (liikenne, energiatuotanto, paikallisesti puun pienpoltto). (Pitkäranta 2016: 65.)

2.6 Koulurakennusten kosteusvauriot

Koulurakennuksiin kohdistuvia kosteusvaurioiden tutkimuksia on vähän tiedossa ja tiedot eivät ole vertailukelpoisia (Haverinen-Shaughnessy 2009). EU:n HITEA (Health Effects of Indoor Pollutants: Interating microbial, toxicological and epidemiological approaches) -projektissa on saatu tietoa Suomen, Alankomaiden ja Espanjan koulurakennusten kosteusvaurioiden esiintymisestä ja vaikutuksista oppilaiden ja opettajien terveyteen. Tutkimustulokset perustuivat rehtoreille tehtyyn kyselyyn sekä asiantuntijoiden tekemiin rakennustarkastuksiin. Suomessa tiedot kerättiin puhelinhaastattelujen avulla ja täydennettiin aikaisemman valtakunnallisen tutkimuksen perusteella, jossa vastauksia saatiin 1052 (vastausprosentti 42 %). Suomessa rakennustarkastuksia tehtiin 59 koulurakennukseen. Tutkimusten perusteella suomalaisissa koulurakennuksissa löytyi kosteus- ja homevaurioita vähintään 24 %:ssa koulurakennuksia. (Haverinen-Shaughnessy ym. 2012.) Toisessa tutkimuksessa kouluille tehdystä rehtorikyselyssä (Kurnitski ym. 1996) yli 60 % vastanneista 1000 rehtorista ilmoitti koulurakennuksessa olevan kosteusvaurioita.

Kosteusvaurioita ja homevaurioita esiintyi maasta riippuen 24 - 47 prosentissa suomalaisia, hollantilaisia ja espanjalaisia kouluja. Suomessa vauriokoulujen mikrobipitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin Espanjassa, mutta siitä huolimatta niillä suomalaisilla koululaisilla, jotka kävivät kosteusvaurioitunutta koulua, esiintyi eniten hengitysoireita. Kosteus- ja homevauriot tulivat Hitea-tutkimuksen perusteella esiin eri tavalla eri maissa. Suomessa havaittiin eniten homeen hajua, mikä voi viitata piilossa oleviin vaurioihin. Hollannissa havaittiin eniten sisäilman kosteuspitoisuuksia ja kosteutta oli tiivistynyt rakenteiden pinnoille. Espanjassa taas havaittiin kosteusvaurioita ja vesivahinkoja. (Hyvärinen 2016.)

Kosteus- ja homeongelmat ovat yhtenä olennaisena syynä koulurakennusten sisäilmasto-ongelmiin, mutta toisaalta niiden merkitys on joskus ylikorostunut ja talojen rakenteita on myös ylikorjattu. Valitettavan usein todelliset ongelmien syyt, esimerkiksi toimimaton ilmanvaihtojärjestelmä seurannaisvaikutuksineen (painesuhteet ja ilmavirtauksien suunnat) tai mineraalivillakuitujen pääsy sisäilmaan ovat jääneet korjaamatta eivätkä käyttäjien oireet ole poistuneet raskaidenkaan korjausten jälkeen. (Peltola 2008.)

Kun rakennuksessa ilmenee terveyshaittoja, pitäisi kiinteistön omistajan reagoida niihin erittäin nopeasti. Terveyshaitan aiheuttajat tulisi selvittää perinpohjaisesti ja korjata haitan aiheuttaja heti. Osa mikrobien aiheuttamille terveyshaitoille altistuvista ihmisistä tulee koko ajan herkemmiksi ja reagoi jatkossa yhä pienempiin sisäilman epäpuhtauksien pitoisuuksiin. (Peltola 2008.)

Tarvitsemme moniammatillista yhteistyötä, koska kukaan yksittäinen asiantuntija ei voi hallita tätä monimutkaista ongelmaa yksin. Esimerkiksi lääkärin tai mikrobiologin tehtävä ei ole arvioida, onko rakennuksessa kosteus- ja homevaurioita tai miten se pitäisi korjata eikä rakennusalan ammattilaisten taas terveydellistä haittaa. (Anne Hyvärinen 2016.)

Kosteusvaurioiden taustalla olevia tyypillisimpiä syitä ovat riskialttiit suunnitteluratkaisut, puutteet työmaan kosteudenhallinnassa, virheet työmaatoteutuksissa ja kunnossapidon laiminlyönnit sekä rakenteiden luonnollinen kuluminen tai vaurioituminen elinkaarensa päässä. Erityisesti elinkaaren loppuminen näyttää johtavan vääjäämättä sisäilmaongelmiin, joista terveyden kannalta kosteus- ja homevauriot ovat merkittävimpiä osatekijöitä. (Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1/2012 s.69 – 70.)

Mikrobien kasvua ei voida välttää kosteusteknisellä suunnittelulla eikä tavanomaisilla toimenpiteillä ulkoisten olosuhteiden vuoksi. Esimerkiksi maanvaraisten alapohjien täyttökerroksissa on tyypillistä voimakas bakteerikasvusto ja vähäinen homesienikasvusto (Leivo & Rantala, 2006). Yleensä nämä eivät aiheuta terveyshaittoja, mutta tietyissä olosuhteissa alapohjan liitosten läpi tulevat ilmavirtaukset tuottavat mikrobikasvustojen epäpuhtaudet sisäilmaan ja ne voivat aiheuttaa oireilua. Vanhojen julkisivuelementtien ja tiilirakenteisten ulkoseinien mineraalivillaeristeissä, rakennuksen ulkopinnalla ja ulkoseinien tuuletusraoissa kasvaa myös usein mikrobeja. Mikrobit voivat elää eristeissä vuosikausia aiheuttamatta haittaa tilojen käyttäjille. Olosuhteissa tapahtuva muutos, esimer-

kiksi ilmanvaihdon tehostaminen siten, että huonetiloissa ilmanvaihdon aiheuttama alipaine kasvaa, voi aiheuttaa mikrobien aineenvaihduntatuotteiden kulkeutumista sisäilmaan.

Homeuutisointi ei ole aina ollut tutkimukseen perustuvaa eikä ole sisältänyt kaikkia faktoja. On valitettavaa, jos media ohjaa kunnissa päätöksiä. Ongelmallista on myös se, että kunnat eivät osaa tutkia kosteusvaurioituneita rakennuksia oikein. 115 kuntaa ilmoittaa käyttävänsä altistumisen arvioinnissa mikrobien sisäilmamittaustuloksia ja 53 kuntaa toksisuusmittausmenetelmää, vaikka ilman mikrobinäytteiden epävarmuus pitäisi olla yleisesti tiedossa. Toksisuusmenetelmä ei ole yleisesti hyväksytty altistumisen eikä toimenpiteiden kiireellisyyden arviointiin. Rakennusten kosteus- ja homevaurioiden tutkiminen perustuu rakennusten tekniseen tutkimukseen. (Hyvärinen 2017.)

Siinä, missä osa mikrobeista on terveydelle haitallisia, on osalla myös terveyttä suojaavia vaikutuksia. Tutkimuksissa on tunnistettu maatalousympäristölle tyypillistä mikrobistoa. Nyt katsotaan, miten tätä hyvää mikrobistoa saataisiin siirrettyä koteihin. (Täyder 2017.)

2.7 Alipaineistus

Alipaineistava ilmavaihto voi vanhoissa rakennuksissa edesauttaa epäpuhtauksien, kuten rakenteissa tai maaperässä olevien mikrobien leviämistä rakennuksen sisäilmaan.

Vanhoihin rakennuksiin jää helposti peruskorjauksen jälkeenkin erilaisia kontaminaatioita. Ilmanvaihdon ei pitäisi, missään tilanteessa, edesauttaa epäpuhtauksien leviämistä rakennukseen.

Yleisesti voidaan sanoa, että rakennuksen alipaineistus ei lisää mikrobipitoisuuksia, mikäli mikrobikasvustoa sisältävä rakennealue on pieni. Silloin suurin osa alipaineen aiheuttamasta vuotoilmasta on puhdasta ja kasvuston mikrobit eivät nosta merkittävästi sisäilman mikrobipitoisuutta. (Päkkilä 2012: 138.)

Alipaineistus näyttää lisäävän mikrobilajistoa sisäilmassa, sillä mikrobilajiston osalta käyttötilanteessa otetut näytteet erosivat alipaineessa otetuista näytteistä. Normaalisessa käyttötilanteessa otetuissa näytteissä oli 7 eri mikrobilajia. -10 Pascalin alipainenäytteissä oli 11 eri mikrobilajia ja -13 Pascalin alipainenäytteissä 13 eri mikrobilajia. (Päkkilä 2012: 138.)

2.8 Tutkimusmenetelmät

2.8.1 Kuntoarvio

Kuntoarvion tavoitteena on muodostaa kokonaiskuva järjestelmien teknisestä kunnosta ja energiataloudesta, minkä jälkeen kunnossapitotoimet voidaan kohdistaa oikein. Kuntoarvio perustuu pääosin aistinvaraisiin havaintoihin ja olemassa oleviin asiakirjoihin. Kuntoarvioija voi suositella yksittäisen järjestelmän tai laitteen tarkempaa tutkimusta.

2.8.2 Kuntotutkimus

Kuntotutkimuksen tavoitteena on selvittää mahdollinen ongelman tai vaurion aiheuttaja sekä antaa tarvittavat toimenpide-ehdotukset suunnittelun ja korjauksen tai uusimisen lähtökohdaksi. Kuntoarviosta poiketen kuntotutkimus tehdään siinä laajuudessa kuin rakenteiden todellisen kunnon, korjaustarpeen ja -menetelmien määrittäminen edellyttää. Kuntotutkimuksessa rakenteita avaavien menetelmien käyttö on tyypillisesti tarpeen. Sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa tutkitaan tarkasti kosteusvaurioituneet tai sellaisiksi epäillyt rakenteet sekä muut sisäilman laatuun mahdollisesti vaikuttavat rakenneosat ja talotekniset tekijät. Myös irtaimiston vaikutus mahdollisena sisäilmaongelmien aiheuttajana otetaan huomioon.

3 Kosteustekninen kuntotutkimus (Väinö Linnan lukio ja Huhdin koulu)



Kuva 1 Tutkittavan kohteen julkisivu (Urjalan kunnan arkisto)



Kuvat 2 Tutkittavan kohteen julkisivu (Urjalan kunnan arkisto)

3.1 Kohde

Tutkimuksen kohde sijaitsee osoitteessa Yhteiskouluntie 25, 31700 Urjala as. Rakennuksessa toimivat Väinö Linnan lukio ja Huhdin koulu. Koulun vanha osa on rakennettu 1960-luvun alussa ja laajennusosa on 1980-luvun alussa. Vanhalle osalle on tehty osittaisia peruskorjausta heti laajennuksen jälkeen sekä uudelleen 1990-luvulla.

Osalla koulun henkilökuntaa oli ilmennyt sisäilmaongelmiin viittaavaa oireilua. Kunnan sisäilmatyöryhmässä päätettiin laajempien oirekyselyiden ja kuntotutkimusten tekemisestä.

Urjalan kunnan tekninen palvelukeskus selvitti merkittävimmät rakenteelliset riskit tulevien korjaus- ja kunnossapitotoimenpiteiden pohjaksi.

Kohteella pidettiin aloituskatselmus 16.1.2013, jonka päätösten perusteella kohteella päätettiin toteuttaa tekninen vauriohavaintokysely, jolla voidaan kohdentaa kuntotutkimuksen toimenpiteitä. Kysely ja kuntotutkimukset päätettiin toteuttaa jo tilatun oirekyselyn jälkeen.

3.2 Oirekyselyt

Henkilökunta, analysoitu 12.2.2013

Urjalan kunnassa henkilökunnan sisäilmakysely tehtiin rakennukseen kohdistuvien tutkimuksien yhteydessä. Kysely tehtiin sähköpostin välityksellä. Kyselyyn vastasi 32 henkilöä. Vastausprosentti oli 80 eli varsin korkea, joten tutkimus on sen suhteen luotettava. Oiretasojen vastaajien havainnot rakennuksen kosteusvaurioista sopivat mikrobialtistuksen aiheuttamiksi. Oireita ja infektiosairauksia oli poikkeuksellisen paljon ja niistä oli aiheutunut hoidon ja lääkityksen tarvetta sekä paljon poissaoloja. Lääkärin toteamista sairauksista astmaa ja autoimmuunisairauksia oli tavanomaista enemmän. Tupakointi ja muut taustatekijät eivät selitä havaittuja löydöksiä. Vastaajat toivat esiin merkittäviä sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä, kuten tunkkaisuus, riittämättömältä tuntuva ilmanvaihto ja mikrobiperäiset hajut.

Henkilökunnan runsaan oireilun ja sairastavuuden vuoksi lisäselvittelyt ovat ehdottomasti tarpeen ja toimiin onkin ilmeisesti ryhdytty. Altistumisen vähentäminen joko rakennusta korjaamalla tai väistötiloihin siirtymällä ovat välttämättömiä. Altistumisen jatkuminen voi vaurioittaa sekä henkilökunnan että oppilaiden terveyttä pysyvästi. (IndoorAid, professori Tuula Putus.)

Oppilaat, analysoitu 28.2.2013

Urjalan yläasteelta ja lukioista vastasi 200 oppilasta nuorille sähköpostin kautta suunnattuun kyselyyn. Vastausprosentti oli 78. Tunkkaisuus ja keho ilmanvaihto vaivasivat yli 70 % vastanneista. Kylmyys, melu ja pölyisyys vaivasivat noin joka toista ja veto, kuumuus, kylmä lattia, viemärin haju noin joka kolmatta vastaajaa. Homeen hajua oli havainnut joka viides vastaaja. Lukiolaiset olivat kokeneet haittoja enemmän kuin yläasteen oppilaat.

Yleinen terveydentila oli selvästi alentunut. Erityisesti lukion oppilaat kokivat terveydentilansa useammin alentuneeksi. Infektiosairauksia oli ikäryhmä huomioon ottaen tavallista enemmän. Lukion oppilailla oli enemmän infektioita kuin yläasteen oppilailla. Tämä koski sekä flunssaa, nuhakuumeita että poskiontelotulehduksia, jotka ovat tyypillisiä sisäilmaongelmaisissa rakennuksissa työskenteleville tai asuville ihmisille. Poissaolot, antibioottihoidot ja lääkärinvastaanotolla käynnit olivat yleisempiä lukion oppilailla kuin yläasteen oppilailla. Oireet olivat tavallisempia kuin tämän ikäisillä koululaisilla yleensä. Sekä ärsytys- että yleisoireissa oli poikkeuksellisen korkeita tasoja ja lukiolaisilla nämä oireet olivat yleisempiä kuin yläasteen oppilailla. Monet havaituista eroista olivat myös tilastollisesti merkitseviä. Myös infektioiden yhteydessä ilmenevät astmaoireet olivat yleisempiä lukioikäisillä kuin yläasteen nuorilla. Lääkärin toteamissa sairauksissa ei ollut poikkeavaa eikä merkittäviä eroja eri kouluasteiden välillä. Tilanne Urjalan yläaste-lukiossa on poikkeuksellisen hankala. Oireita ja sairauksia on erittäin runsaasti ja sisäilman laatu on heikko. Tarkemmat selvitykset on jo käynnistetty. (IndoorAid, professori Tuula Putus.)

Vauriohavaintokysely

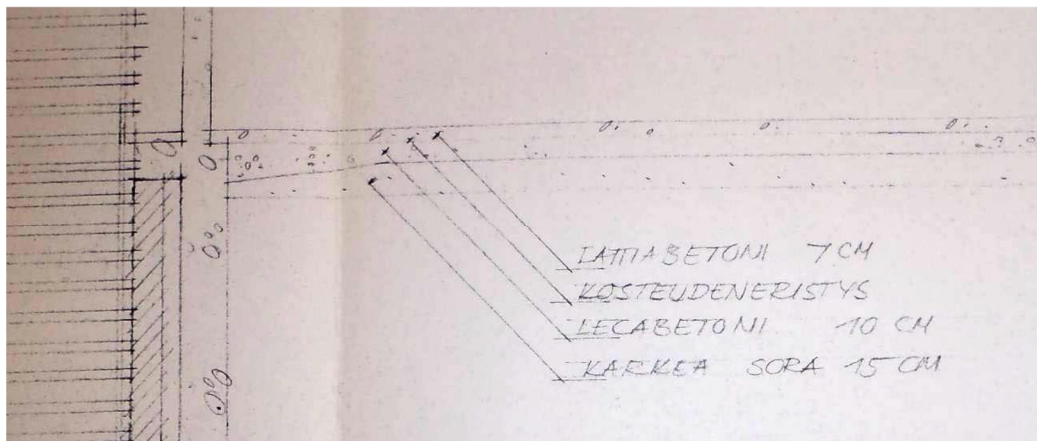
Vauriohavaintokysely toimitettiin koululle tammikuun 2013 lopussa ja sen vastaukset saatiin takaisin ennen kuntotutkimuksia. Kunnan arkistosta löytyi 11 mappia suunnitelmia 1980-luvun laajennuksesta ja sen jälkeisistä korjauksista. Koululta löytyi lisäksi useita lajittelemattomia kansioita koulun alkuperäisiä suunnitelmia. Kaikki lähtöaineisto analysoitiin mahdollisten riskikohtien paikallistamiseksi ja suunnitelmien oikeellisuus selvitettiin kenttätutkimusten yhteydessä. Kuntotutkimukset aloitettiin 4.3.2013 tehdyllä melko laajalla vauriokartoituksella. Vauriokartoitus kohdennettiin pääosin piirustusaineiston analyysissä ja vauriohavaintokyselyssä esiin tulleisiin tiloihin. Kuntotutkimuksia jatkettiin 7.3.2013 jolloin rakenteet selvitettiin tutkimusporausten avulla ja mahdollisista vauriokohdista otettiin materiaalinäytteitä mikrobiologiseen analyysiin. Tutkimuksissa oli apuna koulun pitkäaikainen talonmies. Hän tunsu rakennuksen hyvin jo 1980-luvulta asti.

3.2.1 Havainnot ja tulokset

Rakennuksesta oli käytössä keskimääräistä kattavammat piirustukset, mutta keskeiset rakenteet varmistettiin havainnoinnin ja tutkimusporausten avulla.

3.3 Rakenteet

Vuonna 1960 valmistunut vanha osa on kaksikerroksinen ja siinä on osittainen kellari-kerros. Kantavat rakenteet ovat kauttaaltaan paikalla valettua betonia. Ulkoseinien alkuperäinen levyverhous ja vesikate lämmöneristeineen on poistettu 1996 tehdyssä remontissa ja korvattu uusilla rakenteilla. Alkuperäiset rakennepiirustukset löytyivät koulun arkistosta. Piirustusten perusteella maanvastaisissa lattioissa ei ole käytetty kosteudelle arkoja materiaaleja vaan lämmöneristeinä on leca-sorasta ja sementtivellistä tehtyä leca-betonia.

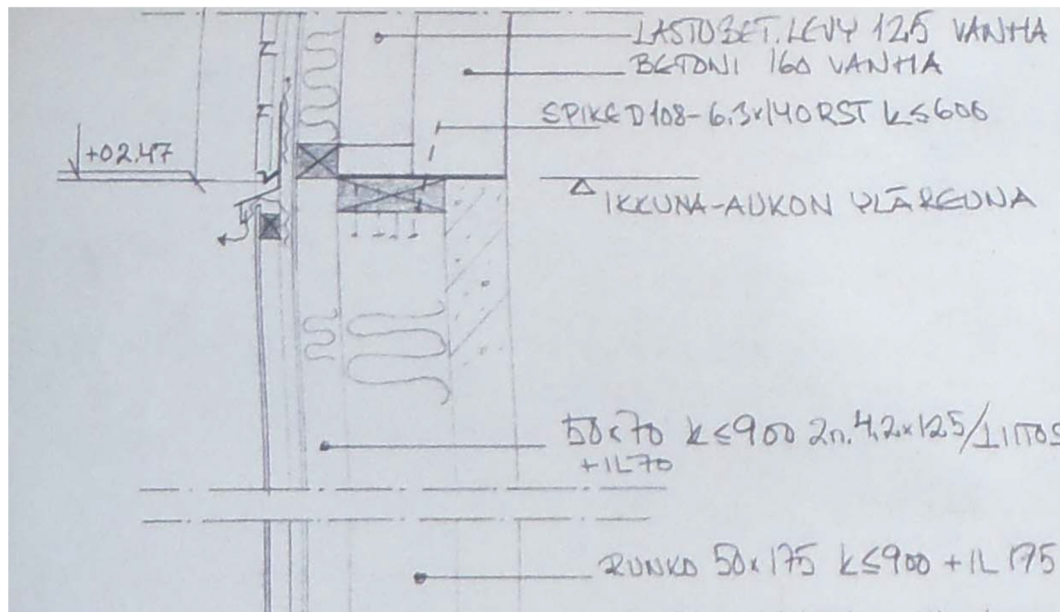


Kuva 3. Alkuperäisten suunnitelmien esittämä alapohjarakenne (Urijalan kunnan arkisto)

Vanhan osan alapohjan rakenne varmistettiin poraamalla rakenteeseen kaksi tutkimusreikää. Tutkimusporaus RP1 tehtiin juhlasalin viereisen käytävän lattiaan ja poraus RP2 tehtiin opettajanhuoneen yhteydessä olevan radiotilan lattiaan. Rakenne oli suunnitelmien mukainen. Vanhan osan maanvastaisissa rakenteissa ei todettu merkittäviä kosteusteknisiä riskejä tai mahdollista sisäilmahaittaa aiheuttavia materiaaleja.

Välipohjien rakenteet tarkistettiin tutkimusporauksien avulla. Kantavan holvin päällä oli erillinen pintavalu, mutta välissä ei ollut erillistä äänenerityskerrosta. Välipohjarakenteen kokonaisvahvuus oli 250 mm, eikä niissä todettu merkittäviä kosteusteknisiä riskejä tai mahdollisesti sisäilmahaittaa aiheuttavia materiaaleja.

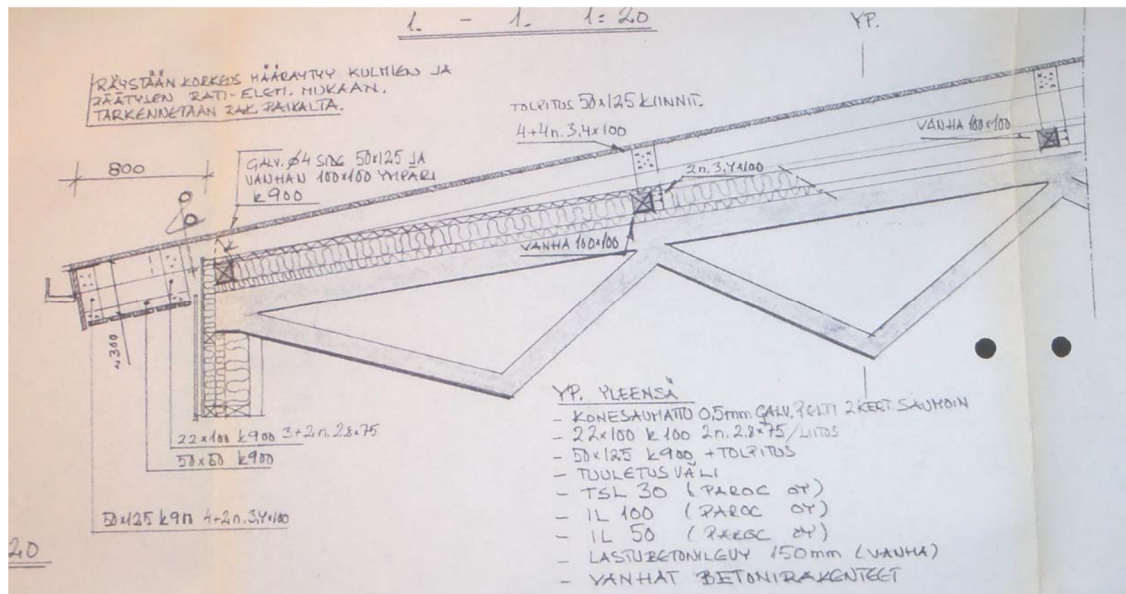
Ulkoseinien alkuperäinen rakenne on ollut rakennusajalle tyypillinen. Sisäkuoren kantava betonikuori on valettu lämmöneristeenä toimivaa Toja-levyä (puulastusta ja sementtivellistä yhteen puristettua jäykkää lämmöneristettä) vasten ja verhottu ulkopuolelta levyverhouksella. Vuoden 1996 korjauksessa vanhan Toja-levyn ulkopuolelle on rakennettu 70 mm:n lisälämmöneristys ja tuulensuojalevy sekä tehty uusi tuulettuva verhous tiililaattapintaisilla Rati-elementeillä. Julkisivun rakenne tutkittiin rakenteita avaamalla, jolloin todettiin rakenteen olevan suunnitelman mukainen.



Kuva 4. Vanhan osan ulkoseinän rakenne, vuonna 1996 tehdyn lisäeristysten jälkeen. (Urjalan kunnan arkisto)

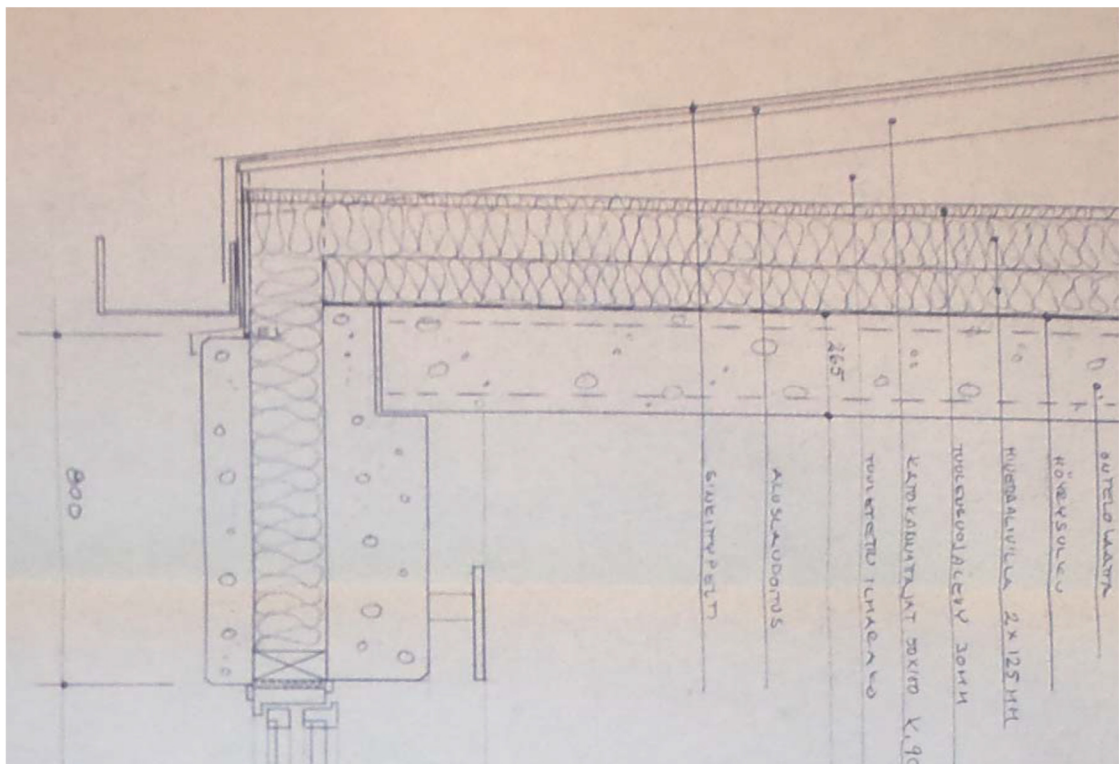
Ikkunat on uusittu vuoden 1996 remontissa. Samalla alkuperäisiä nauhaikkunoita on säännönmukaisesti pienennetty puurakenteilla. Ikkunoiden tiivistyksessä on käytetty polyuretaanivaahtoa, mutta pistokokein tarkasteltuna tiivistys on tehty liian kuivaan pintaan ja vaahdotuksessa on runsaasti vuotokohtia.

Vesikatto on uusittu vuoden 1996 energiaremontissa. Tällöin rakennukseen on tehty räystäät ja vanhan Toja-levyeristeen päälle on asennettu lisälämmöneristys sekä kokonaan uusi vesikattorakenne. Yläpohjaan remontin yhteydessä lisätty lämmöneristyskerros on ollut mineraalivillaeriste muodostuen 30 mm tuulensuojalevystä ja 100 mm ja 50 mm vahvuisista mineraalivillalevyistä. Vesikattomateriaalina on käytetty saumattua pelttikatetta. Rakennepiirustusten mukaan lämmöneristyskerroksen ja vesikatteen väliin on jäänyt riittävä ilmanvaihtoväli. Rakenne on toteutettu ilman kattoluukkuja tai muuta kulumahdollisuutta yläpohjatilaan, joten yläpohjarakenteita ei päästy kunnolla tutkimaan.

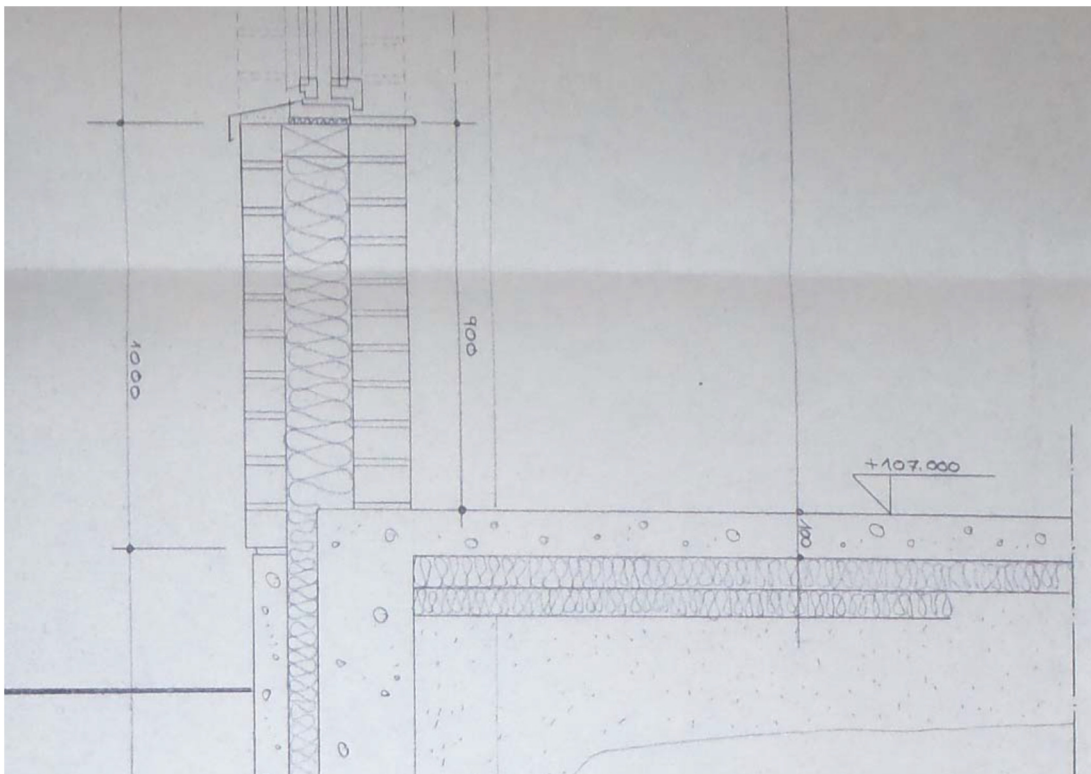


Kuva 5. Vesikaton korjaussuunnitelma vuodelta 1996. (Urjalan kunnan arkisto)

Vuonna 1982 valmistunut laajennusosa on kaksikerroksinen ja siinä on loiva harjakatto. Kantavat rakenteet ovat kokonaan betonielementtirakenteisia. Ulkoseinät ovat pilari-palkki-rakenteen väliin muurattuja tiili-villa-tiili-rakenteita. Alapohja on maanvarainen betonilaatta.



Kuva 6. Uuden osan yläpohjarakenne. (Urjalan kunnan arkisto)

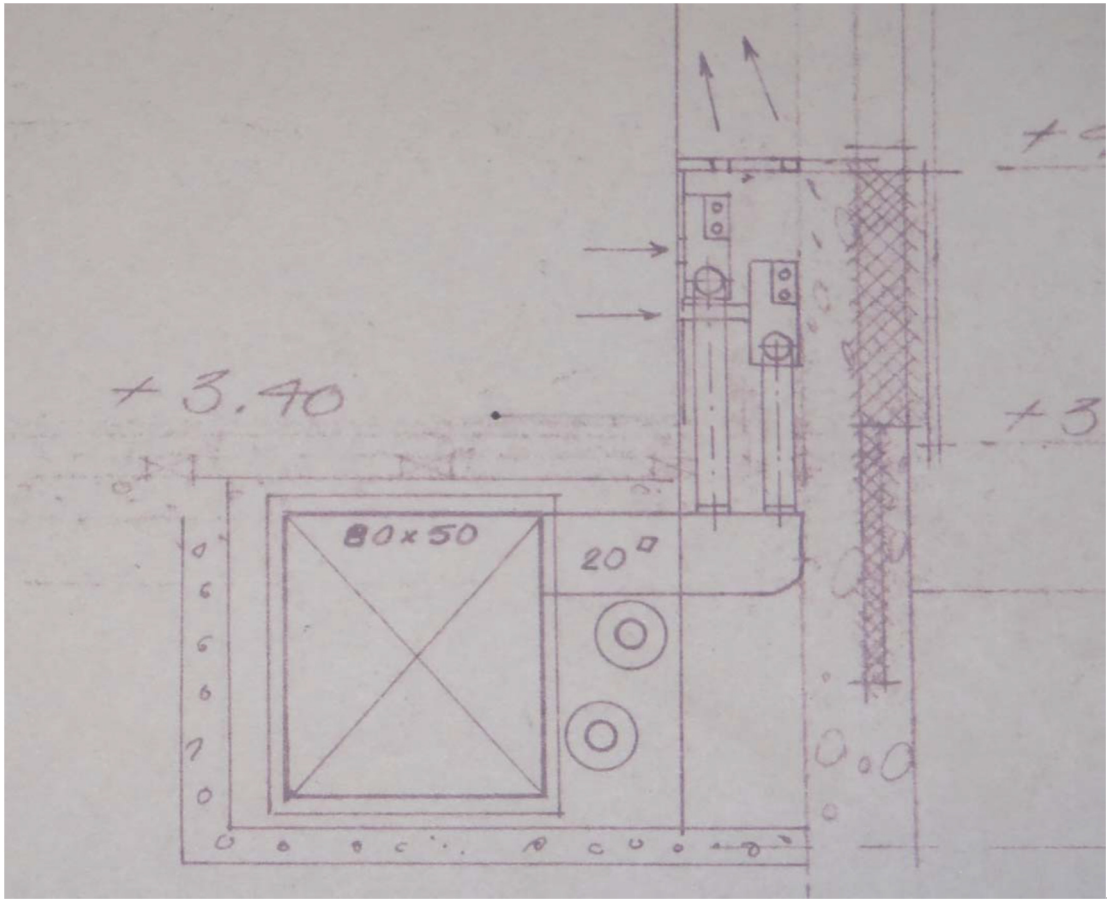


Kuva 7. Uuden osan ulkoseinärakenne ja perustukset. (Urjalan kunnan arkisto)

Uuden osan rakenteet oli toteutettu rakennesuunnitelmien mukaisesti. Rakennepiirustuksen mukaista pehmeän mineraalivillan käyttämistä sokkelihalkaisuihin pidetään yleisesti riskirakenteena. Muilta osin ei ulkoseinärakenteissa ja perustuksissa havaittu erityisiä riskirakenteita.

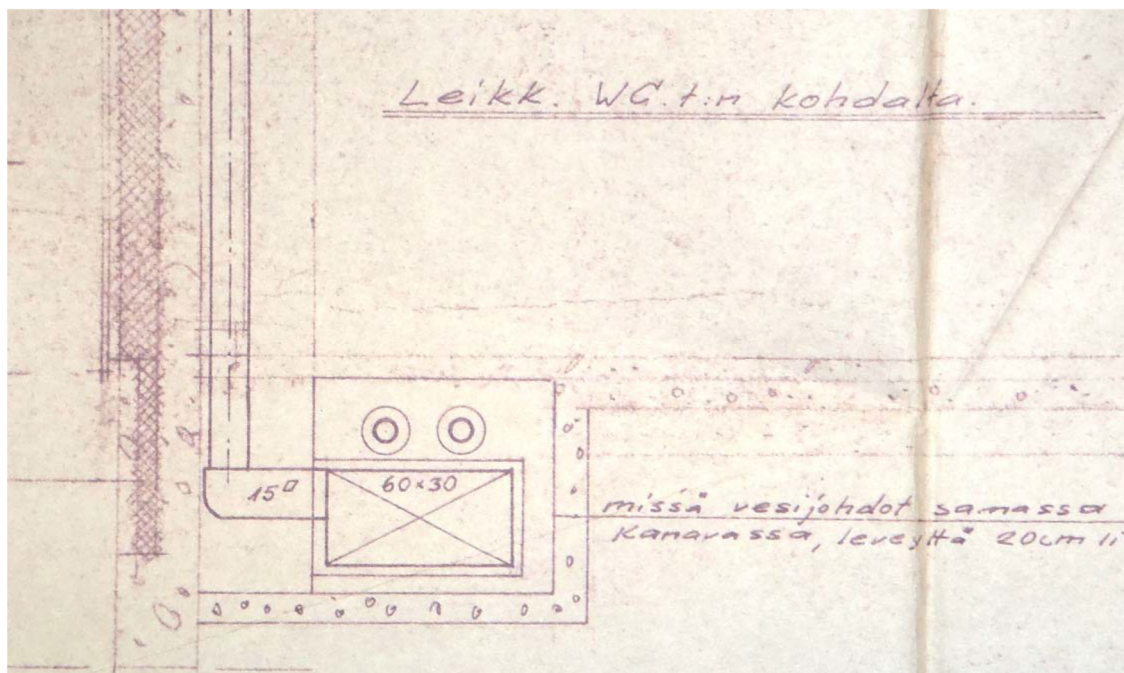
3.3.1 Vanhan osan ilmanvaihtojärjestelmä

Vanhassa osassa on alun perin ollut hyvin edistysellinen ilmanvaihtojärjestelmä, jossa tuloilma on puhallettu ikkunoiden alapuolella olevien lämmityspatterien kautta huoneilmaan. Poisto on tapahtunut perinteiseen tapaan huoneen yläosasta. Vuoden 1982 remontissa ikkunoiden alapuoliset radiaattorikotelot poistettiin ja tuloilma johdettiin pinta-kanavien kautta väliseinien yläosaan. Remontissa uusittiin myös lämmityspatterit, mutta tuloilmakanava jätettiin käyttämättömänä paikoilleen.



Kuva 8. Alkuperäinen tuloilmakanava juhlasalin kohdalla. (Urjalan kunnan arkisto)

Ilmanvaihtokanavia on osittain puhdistettu ja ilmamääriä on mitattu kesällä 2012. Kanavien sijainnin ja muodon takia niiden puhdistaminen on käytännössä mahdotonta. Kanaviston sisään päästiin katsomaan pääoven kohdalla lattiassa olevan tarkastusaukon kohdalta. Betonikanavassa oli puurakenteita, rakennusjätettä sekä käytöstä poistettuja putkia eristeineen. Valtaosan tilasta vei ilmanvaihdon peltikanava. Peltikanavassa olevaa nuohousluukkua ei ollut todennäköisesti avattu koskaan aiemmin. Ilmanvaihtokanavan sisällä oli rakennusaikaista jätettä.



Kuva 9. Länsisivulla kulkeva kanaali. (Urjalan kunnan arkisto)

Pukuhuoneiden lattioissa on myös ilmanvaihtokanavat joiden sisällä oli myös runsaasti rakennusjätettä ja likaa. Lattiassa olevat tarkistusluukut eivät olleet tiiviitä, joten roiske- tai pesuvettä on todennäköisesti kulkeutunut kanaviin. Tuloilmakanava on ylipaineinen. Vanhat peltikanavat eivät kuitenkaan ole täysin ilmatiiviitä, joten ilma vuotaa putkikanalin sisään ja aiheuttaa siellä olevien epäpuhtauksien kulkeutumista huoneilmaan. Vuoden 1982 remontin yhteydessä on tuloilma johdettu pintakanavien avulla huoneen yläosaan ja ikkunoiden alapuoliset radiaattorikotelot on poistettu.

Kellarissa olevia ilmanvaihtolaitteita on osittain uusittu vuoden 1982 remontin yhteydessä, mutta pääosa kanavista on kuitenkin alkuperäisiä. Suodattimien sisäpuolella olevat puhallinkammiot on verhottu mineraalivillapinnoilla, joten epäpuhtauksien vapautuminen on vääjäämätöntä. Kanavien ja laitteistojen puhdistaminen todettiin mahdottomaksi. Kesällä vuonna 2012 tehdyissä ilmamäärämittauksissa on todettu, että ilmamäärät ovat pääsääntöisesti liian vähäisiä tilojen käyttötarkoitukseen nähden. Järjestelmä edellyttäisi kokonaan uudelleen rakentamista.



Kuva 10 Pukuhuoneen lattiassa oleva ilmastointikanavan huoltoluukku (Urjalan kunnan kisto, Jommi Suonketo)



Kuva 11 Lattioiden alla kulkevissa kanaaleissa, joihin tuloilmaputket on asennettu, oli runsaasti rakennusjätettä. (Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

3.3.2 Juhlasali

Juhlasalin ilmanvaihto on vuonna 1985 muutettu toimimaan omalla ilmanvaihtokoneella. Juhlasalin lattia on tyypillinen puukoolattu rakenne. Vanhan lautalattian päälle on vuonna 2006 tehty tiivis joustopinnoite. Talonmiehen kertoman mukaan ennen pinnoituksen asen-
tamista oli tehty kosteusmittauksia ja havaittu kohonneita arvoja aulan puoleisella kul-
malla. Rakenteita oli avattu ja silmämääräisesti arvioiden ne olivat kunnossa, joten muita
korjauksia ei tehty. Tarkempaa tietoa aiemmista kosteushavainnoista ei ollut saatavilla.



Kuva 12. Juhlasalin lattia on pinnoitettu vanhan puurakenteen päälle.

Rakenne on pinnoituksen seurauksena muuttunut riskialttiiksi, koska aikaisemmin ”hen-
gittänyt” puulattia on päällystetty ilmatiiviillä pinnoitteella. Juhlasalisalissa ei kuitenkaan
havaittu rakenteen vaurioitumiseen viittaavaa hajua. Lattian alapuolella olevan tuloilma-
kanavan vuodot aiheuttavat hallitsemattomia ilmavirtauksia. Rakenteen kunnan tarkempi
tutkimus todettiin tarpeelliseksi ennen laajemman korjauksen suunnittelua.

3.3.3 WC-tilat, pukuhuoneet ja pesutilat

Vanhalla puolella olevat tilat ovat pääosin alkuperäisessä tilassa. Viemäriputkistot ja lattiakaivot ovat pääosin alkuperäisiä ja niiden tekninen käyttöikä on lopussa. Tiloissa on selkeä peruskorjaustarve.

3.3.4 Keittiö ja ruokasali

Keittiö sijaitsee maanvaraisella osalla. Pohjaviemärit ovat alkuperäisiä ja lattian alapuolella on edelleen käytössä oleva putkikanaali sekä ilmanvaihtoputkisto. Keittiön korjaustarve määräytyy näiden teknisten järjestelmien korjaustarpeen perusteella.

3.3.5 Luokka 31

Luokka 31 on koettu erityisen ongelmalliseksi. Kesällä vuonna 2012 tehdyn ilmamäärien mittauksen yhteydessä havaittiin, ettei tilaan tullut lainkaan tuloilmaa. Tuloilmakanava nousee alapuolella olevan ruokasalin läpi. Tukkeutumaa tai sen syytä ei ole paikannettu. Luokan poistoilmaventtiilistä oli poistettu kokonaan keskiö, jolla ilmamääriä säädetään, eli tilassa oli muita tiloja enemmän poistoa, mutta ei lainkaan tuloilmaa. Luokka 31 oli -5 Pa alipaineinen sekä ulkoilmaan että käytävään nähden. Vertailun vuoksi mitattiin luokan 38 painetilanne, joka oli mittaustarkkuuden puitteissa tasapainossa ympäröivien tilojen kanssa. Tuloilman puuttuminen lisää rakenteiden kautta vuotoilmana tulevan ilman määrää, joten sisäilmaan on voinut kulkeutua poikkeuksellisen paljon epäpuhtauksia.

3.3.6 Erityisopetustila

Erityisopetustilan reunimmaisen ikkunan sisään tulee vauriohavaintokyselyn mukaan poikkeuksellisesti paljon pieniä kärpäsiä. Tutkimusten yhteydessä ikkunan välissä oli runsaasti kuolleita kärpäsiä.



Kuva 13. Erityisopetustilassa oli ikkunaväliin tulleita kärpäsiä (Urkalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

Ikkunassa tai sitä ympäröivissä pinnoissa ei ollut havaittavissa mitään poikkeuksellista. Todennäköisesti kärpäset tulevat ikkunalasien väliin ulkopuitteen raoista. On todennäköistä, että ikkunaa ympäröivissä lämmöneristeissä on hyönteisten yhdyskunta. Ikkunan irrottamista pidettiin suositeltavana, koska se on helpoin ja varmin keino ongelman selvittämiseksi ja korjaamiseksi.

3.3.7 Vanhan osan julkisivut

Vanhan osa tiilipintaisista Rati-elementeistä tehdyissä julkisivuissa on paikallisia vaurioita, etenkin ikkunoiden alapuolisissa osissa. Julkisivut ovat pääsääntöisesti kunnossa ja vauriot voidaan todennäköisesti paikata tai julkisivua voidaan näiltä osin korvata levyverhouksella.

3.3.8 Uuden osan yläkerran katot

Laajennusosan yläkerran katon akustolevyissä on tummentumia. Tummat alueet sijaitsevat systemaattisesti ontelolaattojen päädyissä olevien vedenpoistoreikien kohdalla. Akustolevyjen välissä näkyvän kattopinnan kohdalla ei havaittu värjäytymää.

Asian selvittämiseksi leikattiin irti pala akustovillalevyä tummentuneen jäljen kohdalta. Akustolevyn taustapinta ja sen takana oleva maalattu betonipinta olivat siistejä, eikä tutkimuksessa kohdasta ollut tapahtunut vesivuotoja. Pinnan likaantuminen voi olla aiheutunut vähäisestä kosteusrasituksesta, joka on aiheutunut rakennusvaiheen jälkeen onteloihin jääneestä vedestä tai jäähdyttävästä ilmvirtauksesta. Hieman kosteampi tai viileämpi pinta kerää enemmän huonepölyä.

3.3.9 Luokkahuone 126

Luokkahuoneen 126 katossa näkyi edellisessä kappaleessa kuvattujen likaantumisten lisäksi useiden akustolevyjen alueella jatkuvareunainen kosteusjälki, joka on aiheutunut katon läpi aikaisemmin tulleesta vedestä. Akustolevyt ja betonikatto olivat tutkimushetkellä täysin kuivia. Jäljen keskialueelta leikattiin pala akustolevyä ja levyä otettiin materiaalinäyte N1 mikrobianalyysiä varten. Analyysiraportti on esitetty liitetaulukossa 1. Analyysin perusteella vuotokohdan akustolevyssä ei ollut mikrobikasvua.



Kuva 14. Luokkahuoneen 126 katossa olleen vuotojäljen kohdalta otettiin materiaalinäyte N1. (Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

3.3.10 Luokkahuone 122

Luokanhuoneen 122 katosta on aiemmin tapahtunut lyhytaikainen vesivuoto. Vuoto on syntynyt lumen rikkoessa räystääsalueella olevan tuuletusviemärin läpivientikappaleen. Vuoto on tapahtunut ontelolaattojen sauman kohdalta. Sisäkaton tasoitepinta oli selvästi kosteusvaurioitunut. Tasoitteesta otettiin materiaalinäyte N2. Analyysiraportti on esitetty taulukossa 1. Analyysin perusteella vuotokohdan tasoitteessa on erittäin runsasta bakteeri- ja homesienikasvua. Lajistossa on runsaasti kosteusvaurioindikoivia homelajeja. Tulos osoittaa viitearvot ylittävää mikrobivaurioitumista.

Vastaava vuotokohta oli myös luokkahuoneen 121 katossa. Suurella todennäköisyydellä kosteuden vaurioittamissa pinnoissa myös tässä luokkahuoneessa on mikrobivaurioita.



Kuva 15. Materiaalinäyte N2 otettiin luokkahuoneen 122 katon tasoitekerroksesta. (Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

3.3.11 Luokkahuone 129

Luokkahuoneen 129 katosta oli tapahtunut vesivuoto alkukatselmuksen ja kenttätutkimusten välisenä aikana 12.2.2013. Vuoto oli aiheutunut ilmanvaihtokoneen sulattaman veden patoutumisesta räystäälle. Vuoto oli loppunut lumien poistamisen jälkeen. Sisäkaton tasoitepinta oli selvästi kosteusvaurioitunut. Tasoitteesta otettiin materiaalinäyte N3. Analyysiraportti on esitetty taulukossa 1. Analyysin perusteella vuotokohdan tasoitteessa on erittäin runsasta bakteerikasvua. Tulos ei lajistonsa takia ylitä yleisesti käytettyä mikrobivaurioitumisen viitearvoa, mutta tasoite on selkeästi reagoinut kosteuteen.

3.3.12 Yhdyskäytävän katto

Vanhan ja uuden osan yhdyskäytävän katolta oli vuotanut vettä seinärakenteen sisään poikkeuksellisen raemyrskyn aikana n. 5 vuotta sitten. Julkisivun tiilipinnassa näkyy edelleen runsasta kalkkihärmää. Muualla laajennusosan julkisivuissa ei näkynyt vastaavia esiintymiä. Rakenteesta johtuen 2. kerroksen tasalta seinän sisään päässyt vesi on valunut perustuksiin asti. Sisäpuolinen tiilimuuraus ei liity ilmatiiviisti pilareihin, joten eriste-tilassa olevan vauriot voivat aiheuttaa sisäilmahaittaa. Eristetilan kuntoa tutkittiin ulkoseinästä otetulla materiaalinäytteellä N4. Analyysiraportti on esitetty taulukossa 1. Analyysin perusteella vuotokohdan lämmöneristeessä on kohtalaista akinomykeettikasvua sekä kohtalaisena pitoisuutena kosteusvaurioindikoivia homelajia. Tulos osoittaa viitearvot ylittävää mikrobivaurioitumista.



Kuva 16. Yhdyskäytävän katolta vuotaneen veden aiheuttamaa kalkkihärmää. (Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)



Kuva 17. Materiaalinäytteen N4 ottokohta ulkoseinästä vuotokohdan keskialueella.
(Urijalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

Ulkoapäin arvioiden virheettömältä vaikuttaneelta päätyseinältä otettiin vertailunäyte N 5. Analyysiraportti on esitetty liitetaulukossa 1. Analyysin perusteella ulkoapäin virheettömäksi arvioidussa kohdassa ei ollut viitearvot ylittävää mikrobikasvustoa. Yhdyskäytävän katolta tapahtunut vesivuoto on aiheuttanut mikrobivaurioita kostuneisiin ulkoseinärakenteisiin.

3.3.12 Laajennusosan 2. kerroksen käytävän katto

Laajennusosan 2. kerroksen käytävän alas lasketun katon pinnassa havaittiin runsaasti epänormaaleja jälkiä. Akustolevy irrotettiin, jolloin todettiin sen olevan sisäpinnaltaan täysin siisti, joten kyse on alapuolelta aiheutetusta likaantumisesta.



Kuva 18 a



Kuva 18 b

Kuvat 18 a ja b. Laajennusosan käytävän alas lasketun katon irrotetut akustiikkalevyt olivat puhtaat. (Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

3.3.14 Laajennusosan ilmanvaihto

Ilmanvaihdon mittauksen perusteella laajennusosan ilmamäärät ovat nykyohjeita vähäisempiä. Osa kanavista on pyöreitä ja osa kulmikkaita. Tämä vaikeuttaa kanavien puhdistamista. Kenttätutkimusten aikana tarkasteltiin päätulokoneen puhallinkammiota, joka on suodattimien sisäpuolella. Puhallinkammiossa oli runsaasti likaisia mineraalivillapintoja ja myös muut äänenvaimentimen pinnat ovat rakennusvuoden perusteella hyvin todennäköisesti suojaamattomia mineraalivillapintoja, joten mineraalivillakuitujen leviäminen on todennäköistä.



Kuva 19. Ilmanvaihtokoneen sisällä on suojaamattomia mineraalivillapintoja.
(Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

3.4 Analyysi ja korjaustarpeiden arviointi

Tutkimuksessa todettiin seuraavia vaurioita ja epäkohtia, jotka tulee ottaa huomioon korjauspäätöksiä tehtäessä:

3.4.1 Laajennusosan kattovuotokohdat

Tutkimuksessa todettiin sisäpintoihin liittyviä kosteusvaurioita laajennusosan 2. kerroksen katon vesivuotokohdissa. Vaikka osa vuotojäljistä oli seurausta hyvinkin vanhoista vuodoista, niin mikrobivaurioituneet materiaalit ovat suorassa yhteydessä sisäilmaan ja siten voivat aiheuttaa haittaa. Vaurioituneet pintamateriaalit tulisi poistaa homepurkuna kovaan betonipintaan asti. Tämän jälkeen kohta voidaan korjata normaalein menetelmin.

3.4.2 Yhdyskäytävän aiheuttama vuoto laajennusosan seinään

Yhdyskäytävän katto on aiheuttanut vuodon laajennusosan ulkoseinään. Otettujen materiaalinäytteiden ja julkisivupinnassa näkyvien kosteusjälkien perusteella vaurioita on todennäköisesti yhdyskäytävästä laajennusosan luoteiskulmaan asti. Ensiapuna voidaan suositella sisäpuolisten pintojen tiivistäminen ilmavuotoja vastaan. Peruskorjauksen yhteydessä tulisi nämä tiilipinnat purkaa ja eristeet uusia. Työ on helpointa suorittaa ulkokautta, koska ulkoverhous voidaan helposti korvata muullakin materiaalilla kuin tiili-muurauksella. Suositeltavaa on tehdä vastaava tiivistyskorjaus myös muihin ulkoseiniin, koska rakenteen läpi otettava korjausilma on aina jo lähtökohtaisesti epäpuhdasta.

3.4.3 Vanhan puolen ilmanvaihto

Vanhan puolen ilmanvaihtojärjestelmä on osittain alkuperäistä rakennetta. Systeemi on kaikin tavoin nykyohjeiden vastainen, eikä sitä ole voitu koskaan puhdistaa, joten se leviittää epäpuhtauksia huonetiloihin. Sisäilman laadun parantamiseksi tulisi koko systeemi uusua ja vanhat kanavat poistaa käytöstä.

3.4.4 Vanhan puolen putkikanaalit

Vanhan puolen ilmanvaihtokanavia on sijoitettu lattian alla sijaitseviin putkikanaviin. Tämä aiheuttaa ilmavirtausta kanaalista huonetilaan ja siten mahdollistaa epäpuhtauksien leviämisen. Peruskorjauksen yhteydessä kaikki muu talotekniikka on siirretty pois kanaaleista, jolloin putkikanavien olosuhteet edelleen huononevat. Kanavissa olevien puuosien ja rakennusjätteiden lisävauriot ovat todennäköisiä. Tästä syystä suositellaan kanavien purkamista. Tämä toteuttaminen edellyttää vanhan osan 1.kerroksen maanvaraisten lattioiden avaamista.

3.4.5 Vanhan puolen märkätilat

Vanhan puolen oppilas wc-, pesu- ja pukutilojen kunto edellyttää ko. tilojen peruskorjausta.

3.4.6 Vanhan puolen viemärit ja lämmitysjärjestelmä

Vanhan puolen viemärit ovat pääosin alkuperäisiä. 1960-luvun valurautaputkien tekninen käyttöikä on lopussa, joten niiden uusiminen muiden korjausten yhteydessä on ajankohtaista. Vanhan puolen lämmityspatterit on uusittu vuoden 1982 remontissa, mutta lämmönjakoputkisto on osittain alkuperäistä ja niiden uusiminen on suositeltavaa, koska ne kulkevat rakenteiden sisällä.

3.4.7 Vanhan puolen ulkoseinät

Rakennus on alun perin ollut lähes räystäätön, joten ulkoseinien kosteusrasitus on ollut nykyistä suurempaa. Vanhan osan ulkoseinien alkuperäinen Toja-levy on voinut vaurioitua alkuperäisen julkisivun ja ikkunaliitosten vuodoista. Myös katon räystääsaluilla tapahtuneet vuodot ovat voineet vaurioittaa materiaalia. Tehtyjen julkisivu-, vesikatto- ja ikkunakorjausten jälkeen mahdollisia vauriokohtia ei voida paikallistaa. Edes suurella näytemäärällä ei voitaisi saada varmuutta rakenteen kunnosta. Tällä hetkellä ulkoseinärakenteen läpi tapahtuu ilmavuotoja etenkin ikkunaliitosten kohdalta, joten mahdollisesti vaurioituneen materiaalin kautta tuleva ilmavirtaus voi kuljettaa sisäilmaan haittaa aiheuttavia epäpuhtauksia. Toja-levyn poistaminen edellyttäisi koko julkisivurakenteen uusimista, joten korjauskustannukset muodostuisivat hyvin merkittäviksi. Tästä syystä realistinen korjaustapa olisi lähinnä näiden ilmavuotojen estäminen sisäpuolisella tiivistyskorjauksella.

3.4.8 Uuden puolen ilmanvaihto

Uuden puolen ilmanvaihtolaitteisto on teholtaan alimitoitettu. Järjestelmä sisältää myös runsaasti mineraalivillalähteitä ja se on teknisesti vaikeasti puhdistettava.

3.4.9 Juhlasalin lattia

Juhlasalin lattian kunto tulee tutkia tarkemmin ennen korjauspäätösten tekemistä. Mikäli tiiviin pinnoitteen alapuolella puurakenteessa on kosteusvaurioita, lattiapinnoite joudutaan korjaamaan kokonaan ja rakenne muuttamaan kosteusteknisesti paremmin toimivaksi. Mikäli vaurioita ei ole, putkikanaalien kohdat voidaan korjata erikseen ja pinnoitteet paikata.

3.4.10 Uuden puolen vesikatto

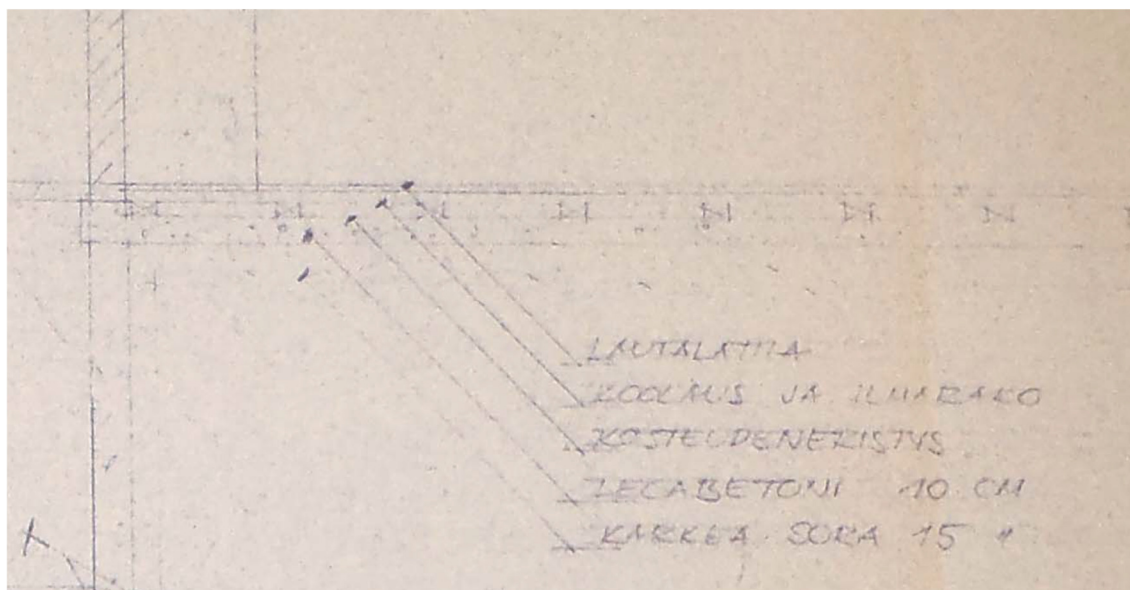
Uuden puolen vesikatto on vuodelta 1982. Katon kuntoa ei voitu tutkia lumipeitteen takia, mutta katosta on tapahtunut useita vesivuotoja, joten sen kunnostustarve on ilmeinen.

3.4.11 Juhlasalin jatkotutkimukset 5.5.2013

Väinö Linnan lukion ja Huhdin koulun osalla on tehty kattava kuntotutkimus, joka on raportoitu 5.4.2013. Juhlasalin osalta ei ensimmäisten tutkimusten aikana ollut vielä käytössä kaikkea tarvittavaa lähtöaineistoa, joten sen osalta oli suositeltu lisätutkimusten tekemistä ennen mahdollisen peruskorjaussuunnittelun aloittamista.

3.4.11.1 Rakenne

Tehtyjen lisätutkimusten perusteella juhlasalin lattian rakenne poikkesi alkuperäisten suunnitelmienmukaisesta rakenteesta. Niiden mukaan lattiassa olisi ollut kuvan 20 mukaisesti Leca-betonin päälle tehty lautalattia.



Kuva 20. Juhlasalin lattian suunnitelmien mukainen rakenne. (Urjalan kunnan arkisto)

Todellisuudessa juhlasalin lattiassa oli käytetty tyypillistä maanvaraisen betonilaatan päälle tehtyä purueristettyä puukoolausrakennetta. Alkuperäisen lautalattian päälle oli vuoden 2006 remontissa liimattu vanerilevy ja sen päälle oli tehty vesihöyrytiivis joustopinnoite. Alkuperäinen rakenne on tunnettu riskirakenne ja sen mikrobivaurioitumisriski on huomattava. Puurakenteiden päälle tehty tiivis pinnoite on entisestään heikentänyt rakenteen kuivumiskykyä ja siten lisännyt vaurioitumisriskiä. Tutkimusavaus 1 tehtiin käytännön syistä juhlasalin reunaan, jossa se ei aiheuttanut suurta esteettistä haittaa. Avauskohdassa puukorotuksen ja purueristeen paksuus oli noin 120 mm. Pohjabetonilaatan pinnassa oli paksu bitumi/pikieristys. Materiaalinäyte N6 otettiin bitumieristyksen pinnassa olevasta purusta. Analyysiraportti on esitetty liitetaulukossa 2. Analyysin perusteella purutäytteessä on erittäin runsasta homesienikasvua. Lajisto oli pääosin kosteusvaurioindikoivaa. Tulos osoittaa selkeästi viitearvot ylittävää mikrobivaurioitumista.



Kuva 21. Tutkimusavaus 1 ja näytteen N6 ottokohta (Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

Tutkimusavaus 2 tehtiin juhlasalin ulkonurkkaan lähelle sisäänkäyntiä. Reunassa on alun perin sijainnut patterilämmityksen ja tuloilmapuhalluksen sisältävä kotelo. Avauskohdassa puulattian alapuolella oli purueristeen lisäksi lasivillaa eli rakenne on avattu vuoden 1982 peruskorjauksen yhteydessä. Materiaalinäyte N7 otettiin purukerroksen pohjalta. Analyysiraportti on esitetty taulukossa 2. Analyysin perusteella purutäytteessä on erittäin runsasta homesienikasvua. Lajistossa oli pieninä pitoisuuksina kosteusvaurioindikoivia ja mahdollisina toksiinien tuottajina tunnettuja lajeja. Tulos osoittaa viitearvot ylittävää mikrobivaurioitumista.



Kuva 22. Tutkimusavaus 2 ja näytteen N7 ottokohta. (Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

Joustopinnoitteen reunoilla on tuuletusaukolliset jalkalistat. Havaintojen perusteella tuuletusaukkojen kautta on avoin ilmayhteys mikrobivaurioituneeseen purueristeeseen. Mikäli vanhat tuloilmakanavat ovat yhteydessä lattian alustilaan, voi ylipaineen vaikutuksesta syntyä ilmavirtaus huonetilaan. Vaikka näin ei olisikaan, usein lämmityspatterien nouseva ilmavirtaus saa aikaan ilmankierron lattiarakenteen sisällä.

Juhlasalin lattian peruskorjaus on suositeltavaa. Korjauksessa koko lattiarakenne tulisi poistaa hiekkatäyttöä myöten ja korvata maanvaraisella betonirakenteella. Korjausta edeltävänä aikana mikrobivauriosta aiheutuvaa sisäilmariskiä voidaan vähentää tiivistämällä jalkalistoissa olevat tuuletusraot. Yhdessä tiiviin lattiapäällysteen kanssa tämä estää tehokkaasti sisäilmahaitan muodostumista. Jos hajuhaittaa kuitenkin koetaan, niin lisäksi voidaan alipaineistaa purueristettä jatkuvasti päällä olevan huippuimurin avulla. Koska alipaineistuksessa ei kulje suuria ilmamääriä, niin kanavistona voidaan käyttää esim. 50 mm muoviputkea. Alipaineistuksen toimivuus voidaan helposti tarkastaa merkisavulla lattiaan poratusta reiästä tai ulkoseinän puolelta jalkalistojen tuuletusaukkoja avaamalla.

3.5 Vuonna 2013 suoritettut toimenpiteet

Kosteusteknisessä kuntotutkimuksessa havaittuihin korjaustarpeisiin perustuen vuonna 2013 tehtiin kaikki kuntotutkimusraportissa suositellut toimenpiteet.

Vaurioituneen julkisivun tiiliverhous purettiin ja poistettiin myös vaurioituneet lämmöneristeet. Lämmöneristeet uusittiin ja ulkoverhous korvattiin levyrakenteella. Julkisivuvaurion aiheuttanut syöksytorvi uusittiin ja siirrettiin uuteen paikkaan.

Ilmavaihdon kanaalit puhdistettiin ja koneistojen mineraalipinnat suojattiin.

Ikkunalistat poistettiin ja uusittiin tarvittavilta osin eristeet. Ikkunakarmin ja seinän välinen rako tiivistettiin, lämmöneristeiden lisäksi, ilmatiiviiksi listoituksen alle jäävällä ilmansukuteipillä.

Kattoelementtien mikrobivaurioituneiksi todetut elementtisaumat puhdistettiin ensin mekaanisesti, minkä jälkeen ne hiottiin epäkeskohiomakoneella puhtaaksi kovaan pintaan asti. Työmenetelmänä käytettiin RATU 82 - 0239 Kosteus ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkuohjekortin mukaista työmenetelmää, eli huonetilat tiivistettiin ja alipaineistettiin purun ja siivouksen ajaksi.

Liikuntasalin, jonka lattian purueristeessä oli todettu mikrobikasvustoa, osalta kaikki tuuletuvat jalkalistat poistettiin ja lattian raot imuroitiin. Jalkalistojen alla olleet raot ja poratut reiät tiivistettiin solueristeellä ja elastisella tiivistysmassalla. Mikrobikasvuston takia lattia alipaineistettiin tekemällä lattiaan 8 kpl reikiä, joista johdettiin 50 mm muoviputkilinja erillisen huippuimurin kautta ulkoilmaan.



Kuva 23. Juhlasaliin asennetut lattian alipainistusputket. (Urjalan kunnan arkisto, Jukka Parkkila)



Kuva 24. Juhlasalin alipaineistetun lattian ilma johdettiin katon yläpuolelle. (Urjalan kunnan arkisto, Jukka Parkkila)

Alipaineistuksen tasoksi mitattiin juhlasalin ilmanvaihtokoneen olleessa pois päältä 4,1 Pa – 4,8 Pa alipaine lattiarakenteen alla. Kytettäessä liikuntasalin ilmanvaihtokone päälle alipaine oli 4,9 Pa – 5,2 Pa välillä.

Ilmanvaihtokanaalit puhdistettiin ja koneistojen mineraalipinnat suojattiin. Ilmanvaihtokanaalissa oli runsaasti epäpuhtauksia ja myös irrallista mineraalivillaa. Ilmanvaihdon runkolinjat puhdistettiin hepa-suodattimella varustetulla rakennuspölyimurilla sekä huoneisiin lähtevät kanaalit käyttäen pyörivää harjaa ja imuria. Kaikki kanaalit saatiin puhdistettua. Puhdistustyön suorituksen jälkeen suoritettiin runkolinjojen alipaineistaminen neljän päivän ajaksi Lifa-air Hepaclen 400 alipaineistajalla, jonka imuteho oli 4000 m³/h. Alipaineistaminen tehtiin nk. leijuvan pölyn poistamiseksi kanaaleista. Koneistotilojen sisävuoraukset sumutettiin aineella, joka sitoi ja muodosti kalvot mineraalivillojen pinnoille.

Vanhan puolen kaikki ikkunalistat irrotettiin. Vanhat uretaanit poistettiin kauttaaltaan siten, että voitiin ruiskuttaa uusi kerros uretaania ikkunakarmin ja runkokehyksen väliin. Lisäksi ne tiivistettiin ilmansulkuteipillä. Ulkoseinien lattian ja myös sisäkaton saumojen listat irrotettiin ja saumat tiivistettiin elastisella saumausmassalla.

Vaurioituneet julkisivut avattiin ulkopuolelta ja poistettiin kaikki vaurioituneet tiilet, villat ja puuosat. Kysymyksessä oli tiiliseinärakenne. Kylmäsiltojen poistamiseksi asennettiin sisäpuolista tiiliseinää vasten SPU-eristelevyt, rakennettiin puurunko ja seinä eristettiin mineraalivillalla. Julkisivumateriaaliksi asennettiin puinen vaakapaneeli.

3.6 Korjausten vaikutukset

Koulurakennuksessa oli kevätlukukauden 2013 aikana vuokrattuna yksi väistötila lähistöllä sijaitsevasta jäähallista. Väistötila jouduttiin vuokraamaan yhden opettajan altistuttua koulun sisäilmalle siinä määrin, ettei hän voinut jatkaa ko. rakennuksessa työskentelyään. Hän jatkoi työskentelyä myös lukuvuoden 2013 - 2014 väistötiloissa saamatta komplikaatioita.

3.6.1 Urjalan yläkoulun ja lukion henkilökunnan oirekysely joulukuu 2013

Urjalan yläasteen ja lukion henkilökunnalle tehtiin joulukuussa 2013 sisäilman olosuhteiden ja niihin liittyvien oireiden kartoittamiseksi seurantakyselynä rakennuksen korjausten jälkeen. Kysely tehtiin sähköpostin välityksellä. Vastausprosentti oli 75 eli suhteellisen korkea, joten tutkimus tässä mielessä oli luotettava. Vastaajia oli 30 eli riittävän suuri ryhmä olosuhteiden ja sairastavuuden arvioimiseksi.

Rakennuksen olosuhteet ja sisäilman koettu laatu ei vielä vastaa korkealuokkaisen sisäilman vaatimuksia, mutta olosuhteissa on todettavissa merkittävä paraneminen. Viikoittaiset sisäilmahaitat ovat vähentyneet ja monet oireet ovat harvinaistuneet, mutta eivät ole vielä tavanomaisella tasolla. Eräät neurologiset oireet ja yleisoireet ovat lisääntyneet. Mikrobiaaltistukseen sopivat ärsytysoireet ovat vähentyneet selvästi ja homeen hajuja ei enää merkittävästi raportoida.

Infektiosairauksien yleisyys on vähentynyt selvästi sekä virus- että bakteeriperäisten tulehdusten osalta. Infektioiden toistuvuus on vähentynyt, hoidon tarve ja antibioottien ja muiden lääkkeiden käyttö on vähentynyt ja poissaolot ovat vähentyneet erityisesti pitkien poissaolojen osalta. Sairaana ollaan edelleen työssä varsin usein.

Lääkärin toteamista sairauksista astman ja muiden allergiasairauksien osuus on vähentynyt ilmeisesti henkilöstön vaihtumisen vuoksi. Kilpirauhassairauksia ja muita autoimmuunisairauksia oli edelleen hiukan tavanomaista enemmän. Yksi henkilö on ollut ammattitautitutkimuksissa, mutta ammattitauteja ei ole todettu.

Tupakointi ja muut taustatekijät ovat ennallaan eivätkä selitä havaittuja löydöksiä ja muutoksia. Epäspesifi oireilu on hiukan vähentynyt. Vastaajilla on sisäilmaongelmaan liittyvää oireilua edelleen jonkin verran ja kyselyssä raportoidaan myös kuormitustekijöitä, kuten työvihiytyvyyden heikkenemistä ja koetun stressin lisääntymistä. Vaikutusmahdollisuuksien koetaan hiukan heikentyneen. Tilanteen seuranta on edelleen tarpeen esim. työterveyshuollon omin toimin. Ilmanvaihdon säädöt ja kanaviston puhtaus tulisi tarkistaa aina korjaustöiden jälkeen sekä siivoukseen kiinnittää erityistä huomiota. Nyt toistetussa kyselyssä havainnot pölystä ja likaisuudesta olivatkin selvästi paremmalla tasolla kuin ennen korjauksia.

Aikaisempien kokemusten perusteella, osalla altistuneista oireilu voi jatkua pitkäänkin korjausten jälkeen. Joillakin oireet rauhoittuvat vähitellen ajan myötä. Jos oireilu kuitenkin jatkuu, asiaan voidaan puuttua työterveyshuollon keinoin. Kyselyyn vastanneista muutamilla on edelleen hankala oirekuva ja infektiokierrettä. Kokonaisuutena tarkastellen tilanne on kuitenkin muuttunut parempaan suuntaan. (IndoorAid, professori Tuula Putus.)

3.6.2 Urjalan lukion oirekysely; marraskuu 2014

Kysely toteutettiin sähköpostin välityksellä marraskuussa 2014. Kyselyyn vastasi 60 koulun 64 oppilaasta (94 %). Tutkimusta voidaan pitää tältä osin erittäin luotettavana. Kysely avattiin 11.11.2014 ja analysoitiin 1.12.2014. Tuloksia verrattiin samasta kohteesta aikaisemmin tehtyyn kyselyyn ja muihin kyselyihin, joita on tehty suomalaisilla lukioikäisillä nuorilla.

Koululla esiintyy runsaasti olosuhdehaittoja, tunkkaisuutta ja ilmanvaihto tuntuu riittämättömältä. Vastaajilla on lisäksi päivittäin tai viikoittain esiintyviä oireita epätavallisen runsaasti, eräitä yleisoireita lähes kaikilla. Myös infektiosairaudet ja hoidon tarve ovat yleistyneet. Kroonista tai usein toistuvaa oireilua esiintyy runsaasti ja koulurakennukseen liittyy näistä selvimmin väsymys, toistuva päänsärky sekä hengitystieoireet. Astmaa esiintyi noin kaksi kertaa tavanomaista enemmän. Myös astmaoireita on tavallista enemmän. Tupakointi ja kotieläinten pito on tavanomaisella tasolla.

Koulussa on vakava sisäilmaongelma, jonka poistamiseen tähtäävät toimet ovat tarpeen ja koulun käyttökelpoisuus ja turvallisuus on arvioitava rakenneteknisten tutkimusten ja mittauksen avulla moniammatillisen työryhmän toimesta. (IndoorAid, professori Tuula Putus.)

3.6.3 Urjalan yläkoulun oirekysely; marraskuu 2014

Oirekysely toteutettiin sähköpostin välityksellä marraskuussa ja analysoitiin joulukuun alussa 2014. Kyselyyn vastasi 151 oppilasta koulun 163 oppilaasta. Vastausprosentti oli poikkeuksellisen korkea, (93%), joten kysely on siltä osin erittäin luotettava.

Kyselyyn vastattiin kattavasti ja tutkimus on tältä osin erittäin luotettava. Koettu sisäilman laatu koululla ei ole tyydyttävällä tasolla. Ilma koetaan tunkkaiseksi ja ilmanvaihto riittämättömäksi. Myös mikrobiperäisiä hajuja raportoidaan jonkin verran. Oireilu on erittäin

yleistä ja oireet ovat yleistymässä. Infektiosairauksia on ollut jonkin verran tavanomaista enemmän ja sairauksista on aiheutunut poissaoloja, hoidon tarvetta ja vastaanottokäyn-
tejä. Oire- ja sairausprofiili viittaa mikrobiperäiseen ongelmaan. Lääkärin toteamista sai-
rauksista astmaa on jonkin verran tavallista enemmän, sen sijaan muita allergiasairauk-
sia oli todettu epätavallisen vähän. Lääkkeitä käytettiin jatkuvana lääkityksenä hiukan
tavallista enemmän. Tupakointi ei selitä raportoituja oireita. Ilmanpuhdistimista ei ole ol-
lut apua sisäilmaongelman hallinnassa. Suosittelemme koulurakennuksen tarkempaa tutki-
mistä ja toimenpiteitä sisäilmahaittojen poistamiseksi (IndoorAid, professori Tuula Pu-
tus).

3.6.4 Urjalan yläkoulun ja lukion henkilökunnan oirekysely; marraskuu 2014

Raportti Urjalan yläkoulun ja lukion opettajien oirekyselystä on kirjoitettu joulukuun puo-
livälissä v. 2014. Kyselyyn vastasi 36 henkilöä. Vastausprosentti oli 90. Kysely avattiin
11.11.2014 ja analysoitiin 15.12.2014. Vertailuun on käytetty muita opettaja-aineistoja ja
aikaisemmin samasta koulusta tehtyjen kyselyjen tuloksia.

Henkilökunnan oiretilanne on jonkin verran parempi kuin oppilailla. Oiretaso on kuitenkin
heikentynyt viimevuotiseen verrattuna. Korjauksista ei enää koeta merkittävää hyötyä.
Tunkkaisuus ja riittämättömältä tuntuva ilmanvaihto vaivaavat koettuna haittana. Kuiten-
kin mikrobiperäiset hajut ovat melko harvinaisia. Silmien, ihon ja hengitysteiden ärsy-
tysoireet ovat tavanomaista selvästi yleisempiä. Myös infektiosairauksia on tavan-
omaista enemmän, niistä on aiheutunut paljon hoidon tarvetta, poissaoloja ja lääkityksen
tarvetta. Astmaa ja astmaoireita on tavallista enemmän. Työstressi, viihtyvyystekijät, tu-
pakointi tai kotieläimet eivät selitä raportoitua oireilua. Suosittelemme koulurakennuksen si-
säilmaongelmien selvittelyn ja korjausten jatkamista. (Indoor Aid, professori Tuula Pu-
tus.)

Sisäilmatutkimuksessa, joka suoritettiin henkilökunnalle joulukuussa 2013, koettiin ra-
kennusten korjaustöiden parantaneen rakennuksen sisäilmatilannetta. Tilanne kääntyi
kuitenkin huonompaan suuntaa syksyn 2014 aikana. Marraskuussa 2014 tehdyn sisäil-
matutkimuksen perusteella tilanne oli taas kääntynyt huonompaan suuntaan eikä enää
koettu rakennuksen korjaustöiden vaikuttaneen rakennuksen sisäilmaan parantavasti.

3.7 Sisäilmahaittojen jatkoselvitys 25.3.2015

Väinö Linnan lukion ja Huhdin koulun osalla on tehty koko rakennuksen kattava kunto-tutkimus keväällä 2013. Tämän lisäksi juhlasalin lattiaan on tehty lisätutkimuksia touko-kuussa 2013. Lisätutkimuksissa havaittiin mikrobikasvustoa juhlasalin lattian alla. Lattian lämmöneristeenä oli suunnitelmista poiketen käytetty sahan- ja kutterinpurua. Alkuperäisissä suunnitelmissa oli merkitty lämmöneristeeksi kevytsora. Juhlasalin puulattia oli myös remontin yhteydessä päällystetty muovipinnoitteella, joka oli ilmeisesti muuttanut lattiarakenteiden kosteusolosuhteita. Tutkimukset on selvitetty aiemmin tässä opinnäy-tetyössä.

3.7.1 Sisäilman mikrobimittaukset

Työterveyslaitos on tehnyt korjausten jälkiseurantana sisäilman mikrobitutkimuksia 17.9.2013. Tutkimuksessa todettiin kohonneita sisäilman mikrobipitoisuuksia juhlasalin kohdalla. Mittauksen aikana juhlasalin lattian korjauksen valmistumista ja alipaineistus-laitteiston tarkastusmittauksesta (29.8.2013) oli melko vähän aikaa, joten kyse voi olla korjausta edeltävän tilanteen jäämistä.

3.7.2 Tilojen poistaminen käytöstä

Pahentuneen sisäilmatilanteen johdosta koulun rehtori on poistanut 6 ongelmalliseksi koettua luokkahuonetta käytöstä. Tiloja ei kuitenkaan ole millään teknisellä keinolla eris-tetty tai osastoitu käytöstä olevista tiloista.

3.7.3 Riskianalyysi

Rakennuksen koettu sisäilmatilanne on kääntynyt huonompaan suuntaan joulukuussa vuonna 2013 tehdyn kyselyn jälkeen. Marraskuun 2014 tehdyn kyselyjen perusteella on perusteltua epäillä jonkin sisäilmaan laaja-alaisesti vaikuttavan tekijän muuttuneen huonompaan suuntaan. Kunnassa käytävä koulukeskustelu ja uutisointi voi kokemuksen mukaan vaikuttaa jossain määrin henkilökunnan ja oppilaiden kokemaan sisäilmatilanteeseen. (Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1/2012 Rakennuksen kosteus- ja homeongelmat.)

Rakennuksen ominaispiirteiden ja aiempien tutkimusten tietojen perusteella seuraavat tekijät katsottiin todennäköisimmiksi

- Rakennukseen on voinut syntyä uusi sisäilmahaittaa aiheuttava kosteusvaurio.
- Ilmanvaihtojärjestelmä toimii jostain syystä epäpuhtauksien levittäjänä.
- Rakennuksen painesuhteiden muuttuminen alipaineisemmaksi esimerkiksi laitevian takia.

3.7.4 Vauriokartoitus ja mikrobinäytteet

Koulun tiloissa tehtiin mahdollisimman kattava vauriokartoitus mahdollisten uusien tai aiemmin havaitsemattomien vaurioiden löytämiseksi. Samalla arvioitiin näkyviltä osien kesällä 2013 tehtyjen korjausten riittävyyttä. Kartoituksessa todettiin näkyvä kosteusvauriokohta ns. uuden puolen toisen kerroksen seinällä. Vaurio on selvästi aiheutunut vesikatolta vuotaneesta vedestä, mutta siitä ei ole ollut havaintoa aiempien tutkimusten yhteydessä. Vaurio on voinut vaikuttaa yhden luokan sisäilmaan, mutta siellä ei todennäköisesti ole koko koulua koskevaa vaikutusta. Vauriokohdan sisäseinän tasoitteesta otettiin mikrobinäyte. Tutkimuksessa todettiin, ettei näytteessä ollut sisäilmariskin kannalta selkeästi haitallista mikrobikasvustoa, mutta todettiin erittäin runsas muiden bakteerin kasvu, mikä osoittaa tasoitteen vaurioituneen kosteuden vaikutuksesta.

Kartoituksen yhteydessä todettiin koko koulun alueella vähäisiä kosteusvauriojälkiä jalkalistojen ja ovenkarmien alapäissä. Tällaiset roiskevesien ja pesuvesien synnyttämät jäljet ovat tavanomaisia vanhoille rakennuksille. Joissain tapauksissa tällaisiin kohtiin on

kuitenkin voinut generoitua niin vakavaa mikrobikasvua, että se voi aiheuttaa sisäilmahaittaa. Asian selvittämiseksi tällaisista vauriojäljistä otettiin kaksi materiaalinäytettä. Analyysituloksien perusteella ei kuitenkaan löytynyt haitallista mikrobikasvustoa.

3.7.5 Tuloilmakanavien pölynäytteet

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän kautta leviävä epäpuhtaus selittäisi helposti koko koulun alueella koetut sisäilmahaitat. Aiempien korjausten yhteydessä sekä vanhan että uuden puolen ilmanvaihtokanavistot on puhdistettu ja järjestelmissä olevia mineraalivil-lapintoja on pinnoitettu kuitujen irtoamisen estämiseksi. Järjestelmässä tulisi olla vain vähän pölyä, eikä siinä pitäisi oletusarvoisesti olla haittaa aiheuttavia tekijöitä, kuten homeitiöitä tai mineraalivillakuituja.

Tuloilmakanavien puhtautta arvioitiin sattumanvaraisista kohdista huoneiden tuloilma-venttiilejä irrottamalla. Pölymäärää arvioitiin visuaalisesti Työterveyslaitoksen ohjeen (17.12.2013) esimerkkikuviin vertaamalla. Pölyn koostumus tutkittiin keräämällä kanavan sisäpuolella olevasta irtonaisesta pölystä näyte Minigrip-pussin sisäpinnalla pyyhkimällä. Pussit toimitettiin analysoitavaksi Työterveyslaitoksen aerosolilaboratorioon.

Uuden puolen tuloilmakanavissa ei ollut paljoa pölyä, eli puhdistus on pystytty tekemään onnistuneesti. Jäljellä olevassa irtonaisessa pölyssä oli kuitenkin analyysituloksen mukaan 1 – 5 % mineraalikuituja, jotka voivat aiheuttaa erilaisia ärsytysoireita ja voivat tehostaa muiden sisäilman haittatekijöiden vaikutusta.

Vanhan puolen tuloilmakanavan sisällä oli runsaasti irtonaista pölyä, joka sisälsi analyysituloksen mukaan 10 – 20 % haitallisina pidettyjä mineraalivillakuituja. Kanavisto oli jo lähtökohtaisesti arvioitu lähes mahdottomaksi kunnolla puhdistaa.

Vanhan puolen tuloilmajärjestelmä eroaa nykyaikaisista järjestelmistä siten, että runkokanavat ovat ns. rakennusaineisia eli betonista ja tiilestä tehtyjä käytäviä. Kellarissa oleva tuloilmakone ottaa ilmansa melko likaista teknistä tilaa muistuttavasta huoneesta. Ainoa suodatus on ennen puhallinhuonetta ja jälkilämmityspatteria tuloilman ottokui-

lussa. Kammion sisällä leijailee koneen toimiessa paljon erilaista pölyä, joka osittain näkyy kuvassa numero 25. Tilassa todettiin olevan vuotojen aiheuttamia saostumia putki-liitoksissa ja muita vanhoja kosteusjälkiä.



Kuva 25. Vanhan puolen tuloilmakammio (Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)



Kuva 26. Vanhan puolen tuloilmakammiossa sijaitsevat putkistot. (Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

Kammiosta lähtevä ilma puhalletaan betonisen ääniloukun kautta hyvin karkeapintaisiin, alapohjarakenteen sisällä kulkeviin, betonikanaviin. Ilmanvaihtojärjestelmissä on edelleen mineraalikuituja sisältävää irtonaista pölyä. Alkuperäiset tuloilman rakennusaineiset runkokanavat ja likainen puhallinhuone aiheuttavat vääjäämätöntä pölykulkeumaa sisäilmaan.

3.7.6 Kertyneen pölyn määrän ja lähteiden arviointi

Uuden puolen valaisimien päälle kertyy jossain määrin yläpölyä. Tästä pölystä otettiin koostumusnäyte yhden luokkahuoneen oven edessä olevan valaisimen päältä. Näytteen koostumus oli tavanomainen, mutta näytteenottoa oli ilmanvaihdon puhalluksen alueella, joten se ei ollut optimaalinen laskeutuneen pölyn koostumuksen arvioimiseksi.

Uuden puolen käytäväkaapistojen päälliset olivat pölyttömiä, joten siivouksen taso on sen osalta hyvä. Käytävissä olevat mineraavillalevyistä tehdyt alakatot ovat alttiina fyysisille iskuille, jolloin mineraalivillakuitujen irtoaminen on todennäköistä. Alakattojen

päällä on runsaasti, jopa rakennusaikaista pölyä. Käytävillä on kaksi poistoventtiiliä kummassakin kerroksessa, mutta ei tuloilmaa. Alakaton päällä sijaitsevien IV-kanavien vuotojen ja yläkerrassa viileän yläpohjan jäähdyttävästä vaikutuksesta syntyvän ilmankierroksen takia alakaton päältä todennäköisesti tapahtuu ilmavirtausta huonetilaan.

Vanhalla puolella valaisimien rakenne ja korkeusasema tekee niiden yläpintojen puhdistamisen hyvin vaikeaksi. Siivoajien kanssa käydyn keskustelun mukaan käytössä ei ollut kunnollisen puhdistamisen edellyttämiä telineitä eikä henkilöresursseja. Lampun päälisiä oli pyyhitty jatkovarren päässä olevalla taivutettavalla mopilla. Katselmuksessa todettiin jokaisessa havaintokohdassa runsaasti kertynyttä pölyä, joten valittu puhdistusmenetelmä ei ole toimiva.

Vanhan puolen luokkatilojen ja käytävän välinen seinä muodostuu kiinteärakenteisesta kaappirivistä. Kaapiston sisällä on ilmanvaihtokanavia ja lukuisia pölyä kerryttäviä kohtia, joiden puhdistaminen on erittäin vaikeaa. Rakennuksessa on lukuisia kohtia, joissa on pitkäaikaisesti kertynyttä pölyä.

3.7.7 Rakennuksen painesuhteet

Rakennuksessa ei aiempien tutkimusten aikana ollut kovin suurta alipainetta (mitattu alipaine vuonna 2013 oli ollut 2-5 Pa). Paine-erot mitattiin uudelleen keväällä vuonna 2015 pistokokeena seitsemästä eri kohdasta. Rakennuksen alipaineisuus vaihteli normaalina pidettävällä alueella 2...8 Pa. Ainoastaan kotitalousluokassa alipaine kasvoi 10 Pa tasolle kun liesituulettimet kytkettiin toimintaan. Todettiin etteivät rakennuksen painesuhteet selitä koetun sisäilmatilanteen muuttumista huonommaksi.

3.7.8 Muut havainnot

Korjausten yhteydessä rakennuksen vanhanpuolen ikkunaliitoksia on tiivistetty. Tiivistykset olivat tarkastetuissa kohdissa pääosin hyviä. Tilanne on rakenteen läpi tulevien ilma-voutojen osalta muuttunut selkeästi paremmaksi vuoden 2013 korjauksissa. Uudella puolella ikkunaliitoksia ei ole tiivistetty ja havaintokohdissa ikkunakarmin ja tiilimuurauksen välissä on monin paikoin avoimia reikiä seinän villatilaan. Ilmavuotojen mukana sisäilmaan voi tulla epäpuhtauksia, mutta tilanne ei ole muuttunut huonommaksi. Vanhan

puolen ilmanvaihto on määrällisesti vain murto-osa nykyvaatimuksista. Lisäksi rakennuksen keskellä oleviin käytävä- ja aulatiloihin ei ole lainkaan rakennettu ilmanvaihtoa.

Katselmuksessa ja tehdyissä tutkimuksissa ei todettu mitään yksittäistä ja selvää syytä, joka olisi selittänyt koulun koetun sisäilman huononemisen joulukuun 2013 kyselyn jälkeen. Etenkin vanhalla puolella on kuitenkin melko paljon vanhoja pölykertymiä ja ilmanvaihtokanavissa on puhdistuksesta huolimatta epäpuhtauksia sekä jopa 20 paino- % mineraalikuuita. Yhdessä tehottoman ilmanvaihdon kanssa nämä epäpuhtaudet voivat selittää heikoksi koettua sisäilmaa.

Uudemman rakennusosan kohdalla havaittiin yksittäinen uusi vauriokohta ja selkeitä ilmapuotokohtia ikkunaliitoksissa ja tiiliseinien ja palkkien väleissä. Näiden tiivistäminen vähentää tuulenpaineen vaikutuksesta sisäilmaan tulevia epäpuhtauksia. Teknisen toimen mukaan rakennusta olisi tarve käyttää koulutilana muutaman vuoden ajan kunnes suunniteltu uusi koulukeskus valmistuu. Tämän jälkeen kunnalla ei ole suunniteltua tai tiedossa olevaa käyttötarvetta kiinteistölle.

3.7.9 Uusi puoli

Ikkunaliitoksia tiivistämällä voidaan vähentää seinärakenteen läpi tapahtuvaa ilmapuotoa. Uudella puolella sisäilman laatua voidaan parantaa poistamalla käytävissä olevat alakattolevyt ja niiden päälle kertyneet pölyt, mutta tästä aiheutuva akustisen tilanteen heikkeneminen on otettava huomioon toimenpiteitä harkittaessa. Alakattojen päältä käytävälle kulkeutuvien epäpuhtauksien määrä voidaan myös vähentää siirtämällä pääosa käytävältä tapahtuvasta ilmanpoistosta alakaton välitilaan. Ratkaisu vähentää haitallista ilmankiertoa alakaton päältä, mutta ei vaikuta käytävän kokonaisilmanvaihtoon.

3.7.10 Vanha puoli

Vanhan puolen yläpölyjen poistaminen erillisellä siivousoperaatiolla (Työterveyslaitoksen Homeettomaksi siivous -ohjeen mukaisesti) jossa yläpölyjen siivouksen lisäksi imuroidaan yläkerran katossa olevat Toja-levyt, parantaa tilannetta, koska tällöin saadaan poistettua sisäilmassa kiertäviä epäpuhtauksia. Vanhan puolen osalta ilmanvaihtojärjestelmä toimii epäpuhtauden lähteenä tehdystä puhdistuksesta huolimatta. Rakennuksen vähäinenkin alipaine muodostaa riskin rakenteiden sisällä olevien Tojalevy-eristysten kautta huoneilmaan tulevasta sisäilmariskistä. Rakennuksella ei ole suunniteltua käyttöä koulutoiminnan loppuessa. Paras tapa poistaa sekä likaisen tuloilmajärjestelmän että rakenteiden läpi tulevien ilmapuotojen aiheuttama sisäilmariski on ylipaineistaa rakennus, erillisen tuloilmapuhaltimen avulla. Vaikka ylipaineistus ei ole normaalitilanteessa rakenteiden pitkäaikaiskestävyyden kannalta suotavaa, niin tässä kohteessa paikalla valettu betonirunko muodostaa yläpohjaan melko ilmatiiviin rakenteen ja nopeiden ongelmien muodostuminen on hyvin epätodennäköistä.

3.8 Ylipaineistus

Rakennuksella ei ollut suunniteltua käyttöä koulutoiminnan loppuessa. Rakennus päätettiin ylipaineistaa likaisen tuloilmajärjestelmän ja rakenteiden läpi tulevien ilmapuotojen aiheuttaman sisäilmariskin poistamiseksi. Rakennuksen ylipaineistaminen ei ole normaalitilanteissa rakenteiden pitkäaikaiskestävyyden kannalta suotavaa, mutta tässä kohteessa paikalla valettu betonirunko muodosti yläpohjaan melko ilmatiiviin rakenteen, joten nopeiden ongelmien muodostuminen rakenteisiin todettiin hyvin epätodennäköiseksi.

Ylipaineistus voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavalla tavalla:

- Rakennusosien välinen ylempi yhdyskäytävä ja sen vieressä oleva varastotila poistetaan käytöstä.
- Alempi yhdyskäytävä varustetaan automaattisesti sulkeutuvilla ovilla molemmista päistään. Tällöin ylipaineistus ei vaikuta uudempaan rakennusosaan.

- Ylempää yhdyskäytävää käytetään uutena tuloilman konehuoneena, johon asennettavien puhaltimien ja äänenvaimentimien kautta puhalletaan suodatettua ja esilämmitettyä ilmaa vanhan rakennusosan käytävätiloihin. Rakennuksen avoimen keskusrungon ansiosta ylipaine vaikuttaa koko rakennukseen ilman erillisiä tuloilmakanavia.
- Luokissa olevat vanhat tuloilmaventtiilit voidaan sulkea kokonaan, jos käytävän ja luokan väliin tehdään siirtoilmareitti.
- Välituntien aikana ovet käytävään pidetään avoimina ja tarvittaessa avataan tuuletusikkunat, jolloin varmistetaan luokkien ilmanvaihtuvuus.
- Uusia tuloilmapuhaltimia valvotaan ja ohjataan paine-eromittauksen avulla siten, että sisätiloissa ylläpidetään noin 5 Pa ylipainetta ulkoilmaan nähden.
- Ylipaineistuksen näkyvänä hättävänä vaikutuksena voi olla talvikaudella tapahtuva ikkunavälien huurtuminen, mutta tätä voidaan vähentää ikkunoiden tiivisteiden kunnostamisella. Parantuneeseen sisäilmatilanteeseen nähden tätä häitää on pidettävä melko vähäisenä.

Urjalan kunta toteutti ylipaineistamisen kesän ja osittain syksyn 2015 aikana, jotta koulun käyttöä voitaisiin jatkaa uuden koulurakennuksen valmistumiseen asti.

3.8.1 Korvaava tuloilmanvaihto

Riskiarvioinnissa merkittävimmäksi arvioitu vanha tuloilmajärjestelmä poistettiin kokonaan käytöstä ja sitä korvaamaan rakennettiin uusi tuloilmakone ja sen vaatimat ilmanvaihtokanavat. Uudesta järjestelmästä oli yksityiskohtaiset suunnitelmat ja toteutuksen paikkansa pitävyyttä arvioitiin katselmuksen yhteydessä. Vanhat tuloilmaventtiilit on tuokittu jokaisesta huonetilasta peltikansien avulla ja tuloilma siirtyy käytävältä luokkatiloihin jatkuvasti avoimina pidettävien ovien kautta.



Kuva 27. Rakennetut tuloilmakanavat (Urjalan kunnan arkisto, Jommi Suonketo)

Vanhoissa ilmanvaihtokanavissa aiemmin todetut epäpuhtaudet eivät enää muodosta riskiä sisäilmalle. Samalla on saatu poistettua alapohjarakenteen sisällä kulkevien runkokanavien muodostama paikallinen ylipaineistusriski ja siihen liittyen riski epäpuhtauksien kulkeutumisesta huonetilaan. Uusi tuloilmalaitteisto ei sisällä epäpuhtauksien lähteitä. Tarkastuksessa havaittiin vanhan runkokanavan olevan yhä avoimena kellarin vanhassa ilmanvaihtokonehuoneessa, vaikka sen tiivistäminen oli suunniteltu tehtäväksi. Tämä muodosti riskin kellarin likaisen ilman kulkeutumisesta ylempiin kerroksiin. Käytöstä poistetuissa luokkatiloissa oli edelleen koneellinen ilmanpoisto, jonka tarkoituksena on alipaineistaa tilat ja estää mahdollisten epäpuhtauksien siirtymisen käytössä oleviin tiloihin.

3.8.2 Yläpölyjen siivous

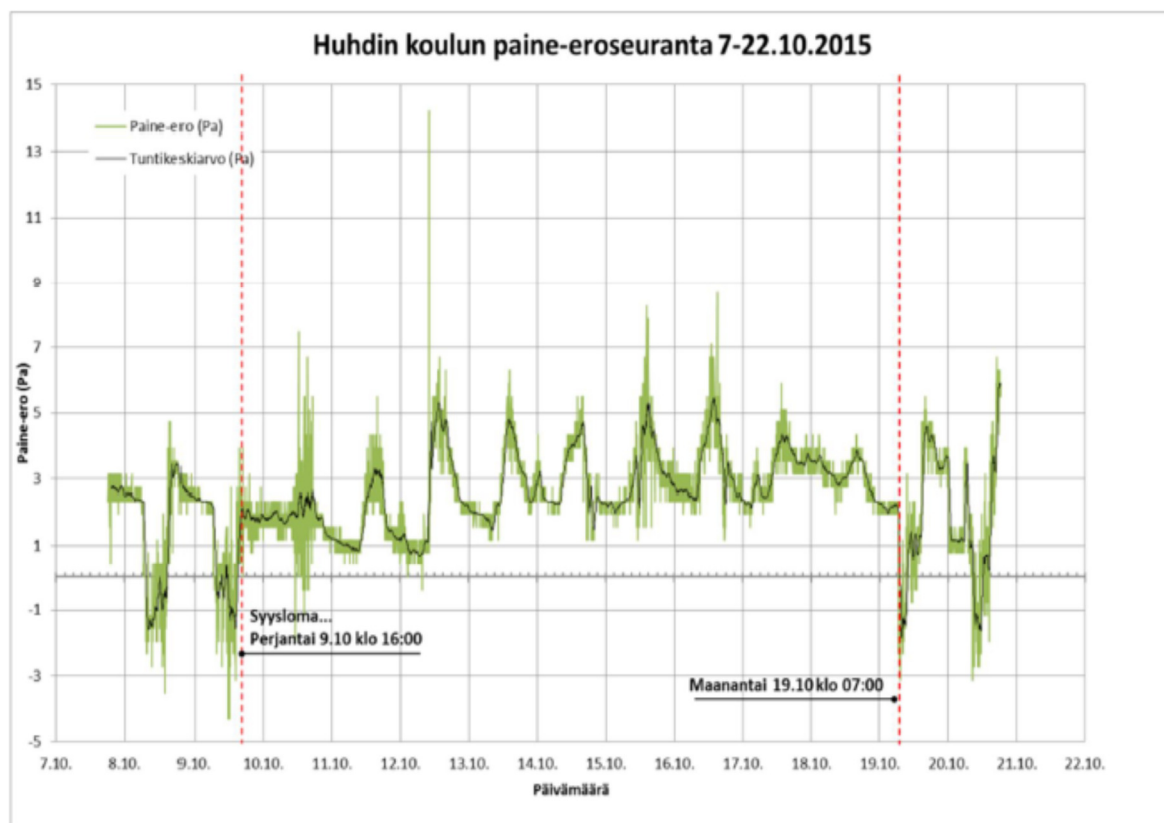
Aiemmassa tutkimuksessa oli todettu luokkatilojen valaisimien ja muiden ylhäällä olevien vaakapintojen päällä runsaasti pölykertymiä. Otetuissa näytteissä ei ollut todettu selkeästi sisäilmahaittaa aiheuttavia epäpuhtauksia. Sen perusteella niiden aiheuttamaa riskiä ei kuitenkaan voitu sulkea pois. Kesän aikana kohteessa oli toteutettu erillinen siivousoperaatio ja nyt kymmenestä satunnaisesti valitusta kohdasta tehdyn tarkastuksen perusteella merkittäviä pölykertymiä ei enää ole. Yläpölyjen aiheuttama sisäilmariski voidaan katsoa poistuneeksi.

3.8.3 Rakennuksen painesuhteet

Rakennuksen tuloilmanvaihdon uusimisen yhteydessä rakennus on harkitusti ylipaineistettu sisäilmariskin poistamiseksi. Ylipaineistamiseen liittyvät riskit rakenteisiin muodostuvista uusista kosteusvaurioista on arvioitu vähäisiksi suunnitellun 1 ½ vuoden käyttöiän aikana. 5 Pa ylipaineen on arvioitu vähentävän merkittävästi rakenteista kulkeutuvien epäpuhtauksien aiheuttamaa riskiä. Uuden tuloilmalaitteen suunnittelussa oli lähdetty tavoittelemaan 15 Pa ylipainetta ja laitteistoja ohjataan usean paine-eromittauspisteen kautta.

Laitteiston käyttöönoton jälkeen oli todettu ylipaineen jäävän suunniteltua alhaisemmalle tasolle, vaikka uusi tuloilmakone toimi täydellä teholla. Asiaa selvitettäessä havaittiin ruuanvalmistuskeittiötä palvelevan tuloilmakoneen olevan rikki. Kone oli rikkoutunut lämmityspatterin jäämisen takia lähes uutena vuonna 1982 ja se oli korjauksen sijaan poistettu käytöstä. Toimimattomuutta ei ollut havaittu missään aiemmassa selvityksessä. Korjaustoimien kartoituksen 7.10.2015 aikana keittiön tuloilmakonetta ei ollut vielä uusittu. Tällöin rakennuksen ylipaineisuus todettiin selvästi suunniteltua vähäisemmäksi ja kotitalousluokan liesien erillispoistojen kytkeminen aiheutti jopa tilan alipaineistumisen. Keittiön tuloilmakone uusittiin syysloman aikana ja 20.10.2015 tehdyn uusintatarkastuksen yhteydessä todettiin kotitalousluokan pysyvän hieman ylipaineisena. Ylipaineistuksen toimivuutta tutkittiin kahden viikon seurantamittauksena käyttäen 1. kerroksen kopiohuoneen ikkunaan asennettua erillistä paine-eromittauslaitteistoa. Laitteiston mitaama paine-ero tallennettiin 2 minuutin välein 7 – 20.10 välisenä aikaan. Koko seurantajakson tulokset on esitetty taulukossa numero 1.

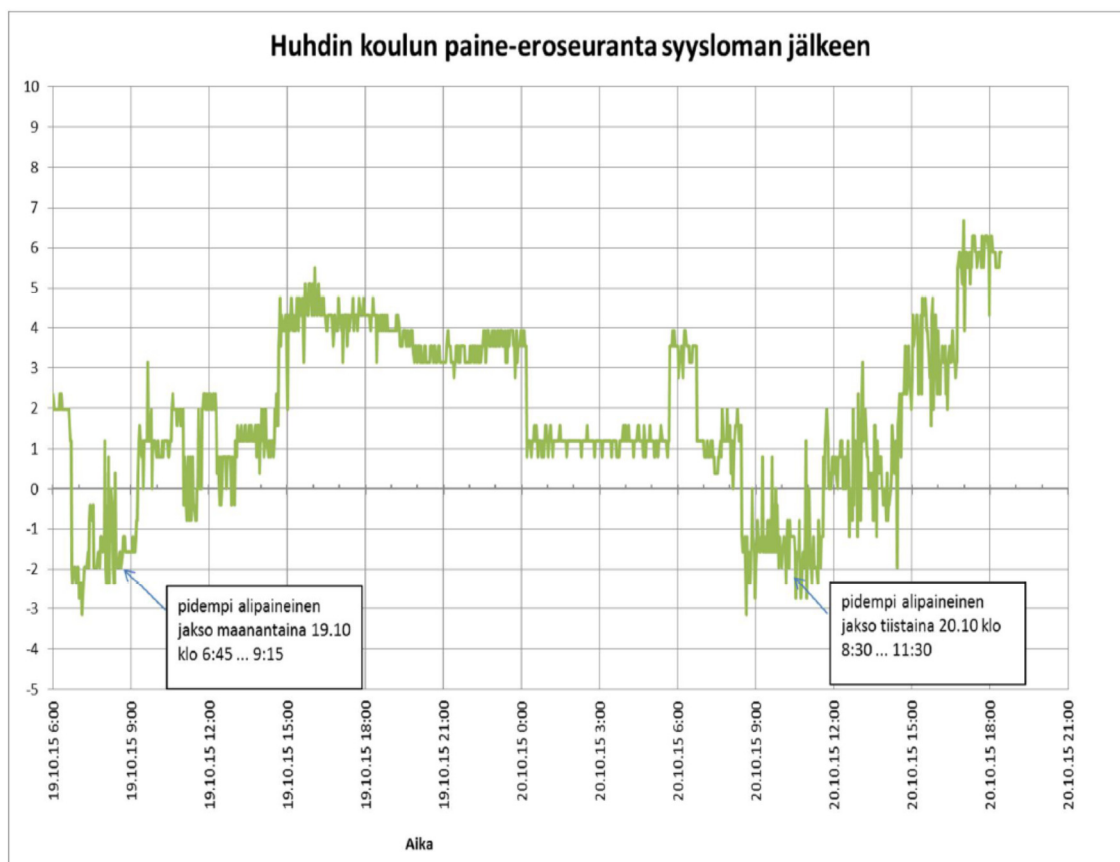
Taulukko 1 Rakennuksen paine-erot 7-22.10.2015



Mittaustulosta analysoimalla havaitaan koulun toiminnan häiritsevän ylipaineistuksen pysyvyyttä. Aloituskokoukseen tultaessa sekä varsinaisen kartoituksen alussa on todettu koulun pääoven olevan ohjeiden vastaisesti avoimena. Rakennusosien välisen yhdyskäytävän ovet olivat myös vastaavalla tavalla avoimina kartoituksen alussa. Rehtorin haastattelun perusteella ovien kiinnipitäminen oli ohjeistettu, mutta oppilaat avaavat parioven kokonaan auki pikasalpaa käyttämällä.

Ovien auki oleminen heikentää ylipaineistavan tuloilmalaitteen toimivuutta. Pikasalpoihin tulee asentaa hätätilanteessa rikottavat lukituskuvut ja oppilaille sekä henkilökunnalle tulee antaa lisäohjeistus ovien kiinnipitämisen tärkeydestä. Riittävän tiheällä tallennusväliä tehty paine-eroseuranta mahdollistaa olosuhdemuutosten arvioinnin. Koska keittiön tuloilmakone oli uusittu vasta syysloman aikana, mittauksen viimeiset kaksi päivää kuvaavat parhaiten nykytilannetta. Ne on esitetty erikseen taulukossa numero 2

Taulukko 2. Syysloman jälkeinen tilanne, kun keittiön tuloilmakone oli jo uusittu.



Mittaustuloksia analysoimalla voitiin todeta, että vaikka ylipaineistuslaitteiston toimivuudessa oli puutteita, rakennus oli kuitenkin valtaosan ajasta ylipaineinen. Rakennus ei ollut missään tilanteessa merkittävästi alipaineinen (yli 5 Pa alipaineinen), jolloin riski rakenteiden kautta tapahtuvan ilmapuodon mukanaan tuomasta sisäilmahaitasta on melko vähäinen. Syysloman aikana koulussa ei ollut oppilaiden aiheuttamia häiriöitä, mutta silti painesuhteet vaihtelivat syklisesti. Tämä viittasi siihen, että osa laitteistoista toimi edelleen vanhan ohjauslogiikan mukaisesti. Ylipaineisuutta voidaan helposti lisätä pienentämällä hieman poistoilmakoneen kokonaisilmamäärää.

Paine-eromittaukset Huhdin koulussa 7.10 - 20.10.2015

		Ennen syyslomaa to-pe klo 08-16	Syysloman jälkeen ma-ti klo 0-24	08-16
	Kaikki mittaukset			
Mittausväli 2 min (kpl)	9369	480	1269	480
Minimi (Pa)	-4,31	-4,31	-3,14	-3,14
Maksimi (Pa)	14,19	4,72	6,69	5,12
Keskiarvo (Pa)	2,40	-0,32	1,86	0,77
Ylipaineisuus aika (%)	93,19	31,88	82,74	62,29
Alipaineisuus aika (%)	5,37	54,79	14,97	31,67
Merkittävä ylipaineisuus aika (yli 5 Pa) (%)	3,19	0,00	4,41	1,04
Merkittävä alipaineisuus aika (alle -5 Pa) (%)	0,00	0,00	0,00	0,00

Rakennuksen ylipaineistus on saatu riittävälle tasolle.

3.8.4 Ylipaineistuksen seuranta

Yhdeksään huonetilaan asennettiin paine-eromittauslaitteet, joiden lukemien perusteella voitiin seurata ylipaineistuksen tasoa ja seurata mahdollisten säätöjen vaikutusta. Ensimmäiset asennetut paine-eron mittauslaitteet näyttivät virheellisiä lukemia eikä niitä saatu kalibroituja, vaan ne jouduttiin uusimaan. Rakennuksen talonmies on kirjannut muistiin paine-eromittareiden lukemat kahdesti viikossa, pääsääntöisesti maanantaisin ja perjantaisin. Taulukoissa 3 a-i on esitetty asennettujen paine-eromittareiden lukemat huonetiloittain. Taulukossa 3 j on esitetty mittausajankohtana vallinnut ulkolämpötila. Ulkolämpötilalukemat on luettu samaan aikaan kuin huonetilojen painelukemat, joten samanaikaiset lukemat korreloivat keskenään. Rakennus on pääsääntöisesti pysynyt ylipaineistettuna.

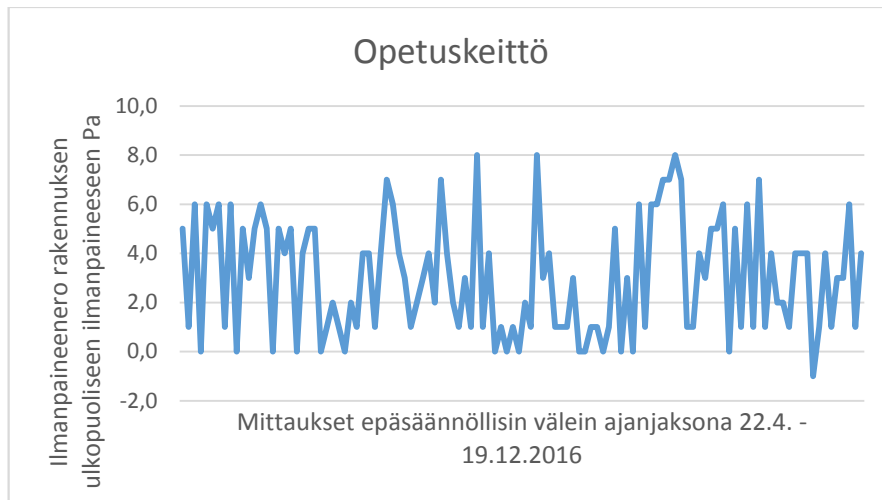
Taulukko 3 a Opettajienhuoneen paine-erot



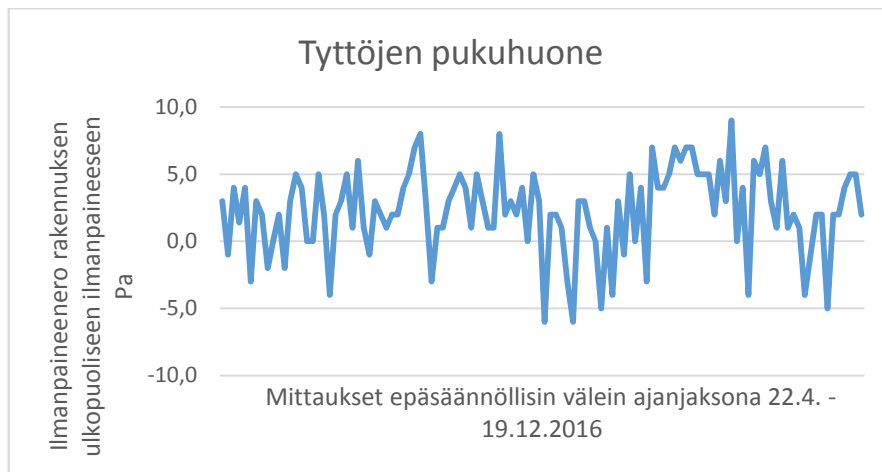
Taulukko 3 b Oppilasruokailun paine-erot



Taulukko 3 c Opetuskeittiön paine-erot



Taulukko 3 d Tyttöjen pukuhuoneen paine-erot



Taulukko 3 e Luokkahuoneen numero 30 paine-erot



Taulukko 3 f Luokkahuoneen numero 40 paine-erot



Taulukkoa 3 g Tekstiilityön luokan paine-erot



Taulukko 3 h Pääaulan paine-erot



Taulukko 3 i Kielistudion paine-erot



Taulukko 3 j Ulkoilman lämpötila mittausajankohtina



3.8.5 Rakennuksen energiankulutus

Ylipaineistuksen vaikutus rakennuksen energiankulutukseen haluttiin selvittää tämän opinnäytetyön yhteydessä.

Rakennus on lämmitetty kevyttä polttoöljyä polttavan kattilan avulla. Polttoöljynkulutus ja siitä laskettu energian kulutus (yksi litra kevyttä polttoöljyä sisältää energiaa 10,02 Kwh) on ollut vuosittain seuraava:

(www.motiva.fi)

<i>Vuosi</i>	<i>Kevyt polttoöljy/l</i>	<i>Energiasisältö KWh</i>
2012	62874	629997
2013	67574	677091
2014	64552	646811
2015	92278	924625
2016	107320	1094664

Lämpimän käyttöveden kulutusta Q_{lkv} ei ole mitattu erikseen. Se on laskettu kaavalla $Q_{lkv} = 58 \times V_{lkv}$.

58 = Veden lämmittämiseen (lämpötilan muutos 50 C°) tarvittava energiamäärä vesikuutiota kohden Kwh/m³

V_{lkv} = Kulutettu lämpimän veden käyttömäärä (m³/vuosi) = 30 % veden kokonaiskulutuksesta

V_{kv} = veden kokonaiskulutus

Rakennuksen veden kulutus on vuosittain ollut seuraava:

<i>Vuosi</i>	<i>Veden kulutus m³</i>	<i>Lämpimän veden kulutus m³</i>	<i>Q_{lkv} kwh</i>
2012	811	243	14094
2013	942	283	16414
2014	879	264	15312
2015	792	238	13804
2016	1002	301	17458

Rakennuksen normitettu lämmitysenergian kulutus on ollut seuraava:

$$Q_{\text{norm}} = S_{N \text{ vpkunta}} / S_{\text{toteutunut}} * Q_{\text{toteutunut}} - Q_{\text{lämmin käyttövesi}}$$

Q_{norm} = rakennuksen tilojen lämmittämiseen kuluva normitettu lämmitysenergian kulutus

$Q_{\text{toteutunut}}$ = rakennuksen tilojen lämmittämiseen kuluva energia

$S_{N \text{ vpkunta}}$ = normaalivuoden lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla (Tampere) (www.ilmatieteenlaitos.fi)

$S_{\text{toteutunut vpkunta}}$ = toteutunut vuosittainen lämmitystarveluku vertailupaikkakunnalla (Tampere) (www.ilmatieteenlaitos.fi)

Lämpimän käyttöveden energiankulutus on vähennetty kokonaisenergian kulutuksesta, koska on todennäköistä, ettei ylipaineistus vaikuta lämpimän käyttöveden kulutukseen. Normitettu lämmitysenergian kulutus on laskettu, jotta on saatu vuosittaiset vertailukelpoiset lämmitysenergiankulutuksen määrät:

$$S_{N \text{ vpkunta}} = 4424 \text{ A}^\circ\text{Cvrk (1981-2010 Tampere)}$$

$$S_{\text{toteutunut vpkunta 2012}} = 4506 \text{ A}^\circ\text{Cvrk}$$

$$S_{\text{toteutunut vpkunta 2013}} = 4016 \text{ A}^\circ\text{Cvrk}$$

$$S_{\text{toteutunut vpkunta 2014}} = 4046 \text{ A}^\circ\text{Cvrk}$$

$$S_{\text{toteutunut vpkunta 2015}} = 3619 \text{ A}^\circ\text{Cvrk}$$

$$S_{\text{toteutunut vpkunta 2016}} = 4155 \text{ A}^\circ\text{Cvrk}$$

$$Q_{\text{norm 2012}} = 4424 \text{ A}^\circ\text{Cvrk} / 4506 \text{ A}^\circ\text{Cvrk} * 629997 \text{ kwh} - 14094 \text{ kwh} = 604438 \text{ kwh}$$

$$Q_{\text{norm 2013}} = 4424 \text{ A}^\circ\text{Cvrk} / 4016 \text{ A}^\circ\text{Cvrk} * 677091 \text{ kwh} - 16414 \text{ kwh} = 729465 \text{ kwh}$$

$$Q_{\text{norm 2014}} = 4424 \text{ A}^\circ\text{Cvrk} / 4046 \text{ A}^\circ\text{Cvrk} * 646811 \text{ kwh} - 15312 \text{ kwh} = 691928 \text{ kwh}$$

$$Q_{\text{norm 2015}} = 4424 \text{ A}^\circ\text{Cvrk} / 3619 \text{ A}^\circ\text{Cvrk} * 924625 \text{ kwh} - 13804 \text{ kwh} = 1116492 \text{ kwh}$$

$$Q_{\text{norm 2016}} = 4424 \text{ A}^\circ\text{Cvrk} / 4155 \text{ A}^\circ\text{Cvrk} * 1094664 \text{ kwh} - 17458 \text{ kwh} = 1148076 \text{ kwh}$$

Vuoden 2016 aikana ylipaineistus on ollut koko vuoden käytössä ja säädettyinä. Vuonna 2015 ylipaineistus asennettiin vasta lokakuussa, mutta ilmastoinnin tehostaminen ja

Ilmastointiremontti ovat vaikuttaneet lisäävästi energian kulutukseen. Verrattuna vuoden 2016 energiankulutusta vuosien 2012-2015 energiakulutuksen keskimääräiseen arvoon on se **noussut 46 %**. Energialaskelmien lähtöarvoihin sisältyvien epätarkkuuksien vuoksi lukemaa on pidettävä suuntaa-antavana.

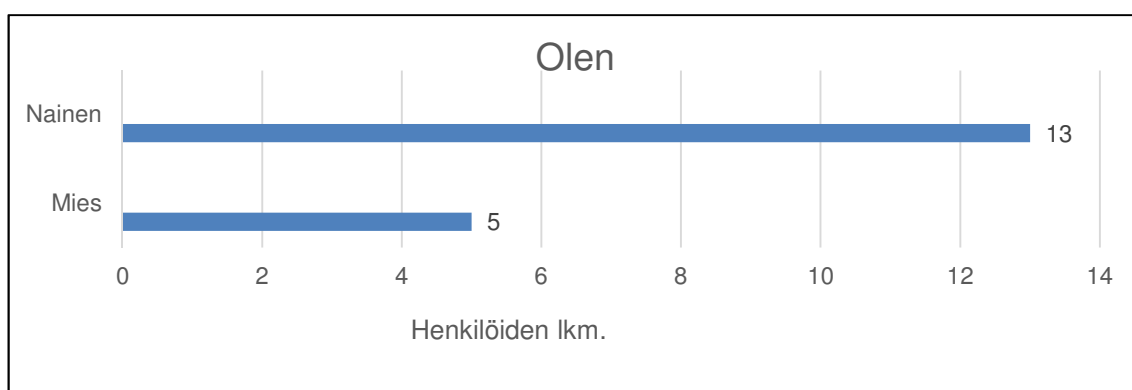
Rakennuksen sähkönkulutusta ei selvitetty, koska rakennuksen sähköliittymän kautta johdettiin sähkö myös käyttöön otetuille väistötiloille. Väistötilojen sähkön kulutuksen mittaamiseksi ei asennettu erillisiä sähkömittareita vaan koko sähkönkulutus mitattiin varsinaisen koulurakennuksen mittarilla.

3.8.6 Kysely käyttäjille

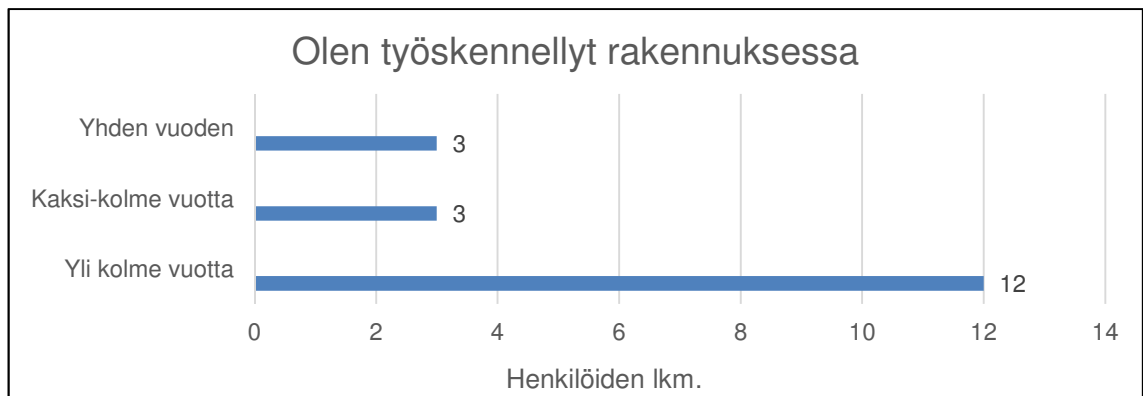
Koulun opiskelijoille ja henkilökunnalle suoritettiin helmikuussa 2017 kysely, jolla pyrittiin selvittämään käyttäjien tuntemuksia rakennuksen käytöstä ylipaineistuksen aikana. Kyselyn tulokset on esitetty henkilökunnan osalta taulukoissa 4 a - 4 k, Väinö Linnan lukion opiskelijoiden osalta taulukoissa 5 a - 5 j ja Huhdin yläkoulun opiskelijoiden osalta taulukoissa 6 a - 6 i. Esitetty kysymys on taulukon otsikkona.

Kysely yläkoulun ja lukion henkilökunnalle
Vastaajien määrä: 18

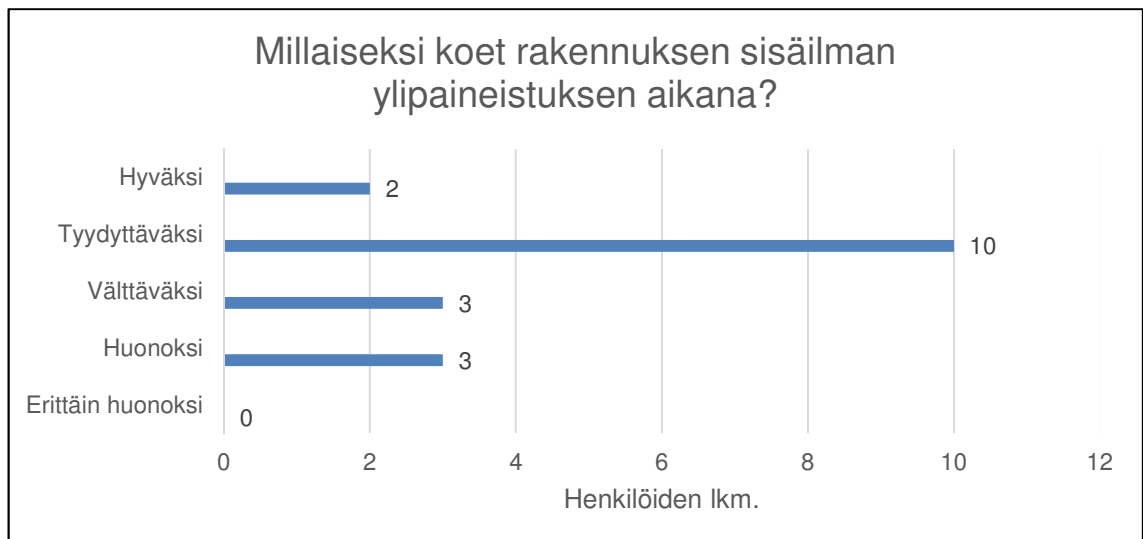
Taulukko 4 a Vastanneiden henkilökunnan jäsenten sukupuolijakauma



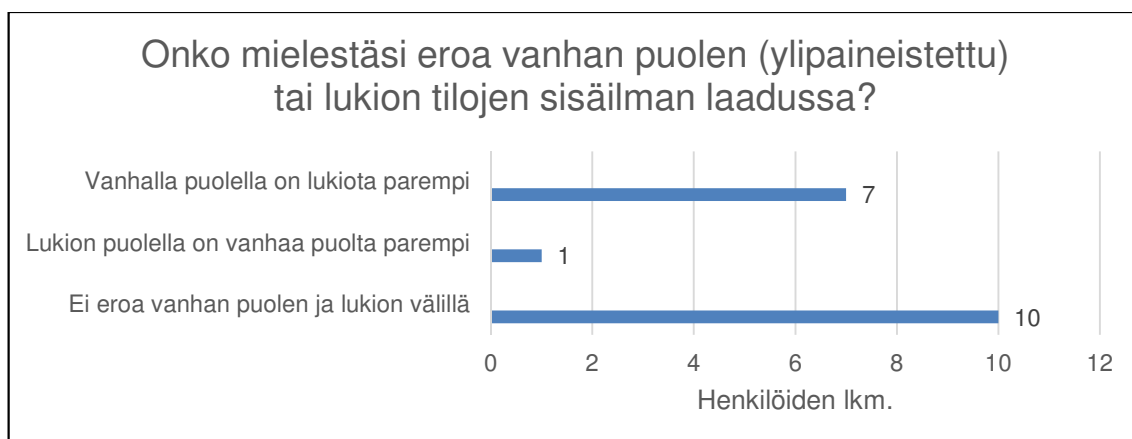
Taulukko 4 b Vastanneiden henkilökunnan jäsenten työskentelyaika rakennuksessa.



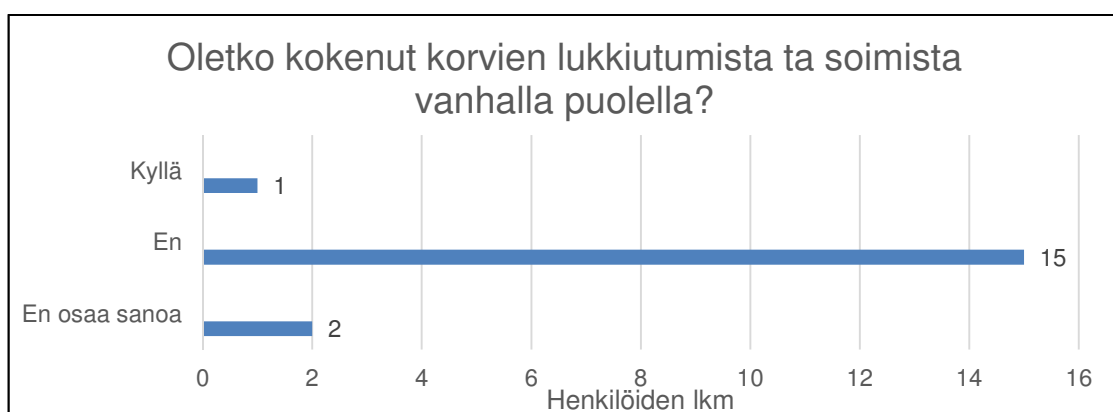
Taulukko 4 c Vastanneiden henkilökunnan jäsenten tuntemukset sisäilman laadusta.



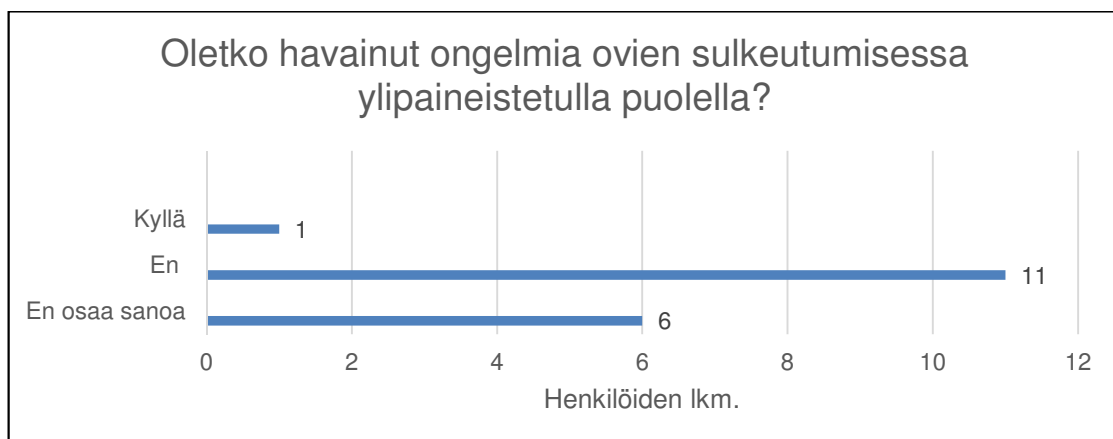
Taulukko 4 d Vastanneiden tuntemukset ylipaineistuksen vaikutuksista ylipaineistamattomaan tilaan verrattuna.



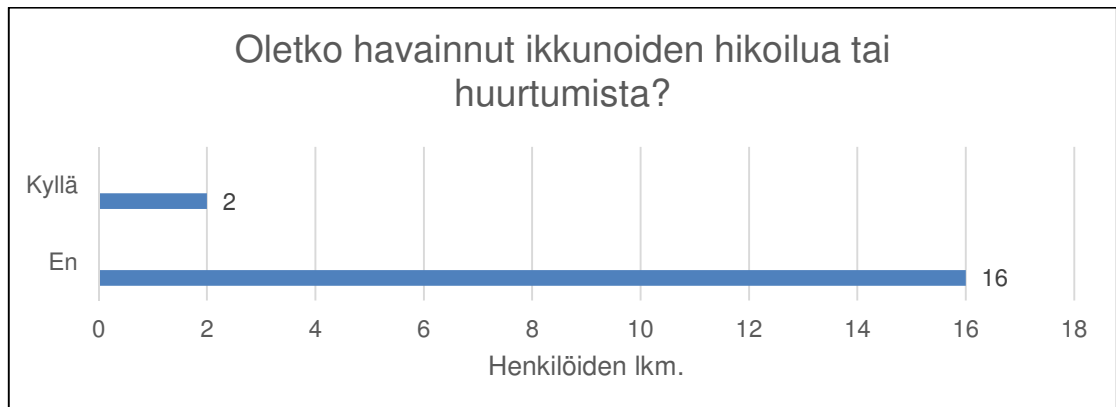
Taulukko 4 e Vastanneiden henkilökunnan jäsenten tuntemukset ylipaineistamisen vaikutuksista kuuloaistiin.



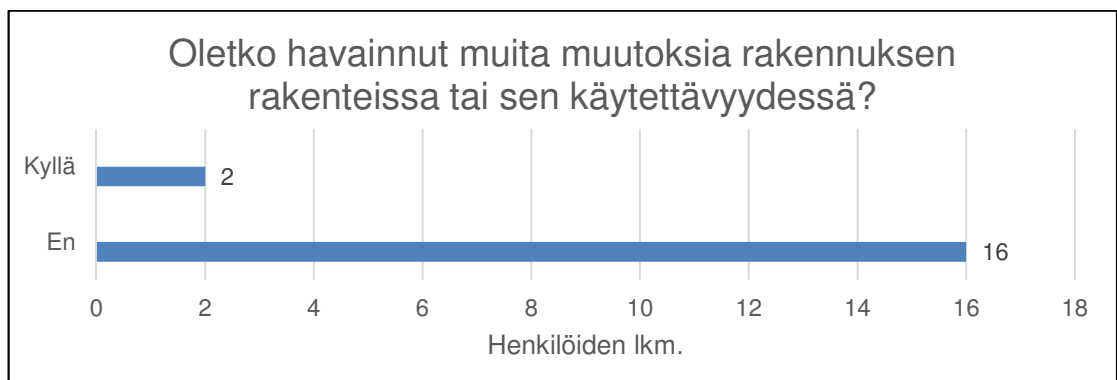
Taulukko 4 f Vastanneiden henkilökunnan jäsenten havainnot ovien sulkeutumisesta ylipaineistetulla puolella.



Taulukko 4 g Vastainneiden henkilökunnan jäsenten havainnot ikkunoiden kostumisesta ylipaineistetuissa tiloissa.



Taulukko 4 h Vastanneiden henkilökunnan jäsenten havainnot muutoksista rakennuksessa.

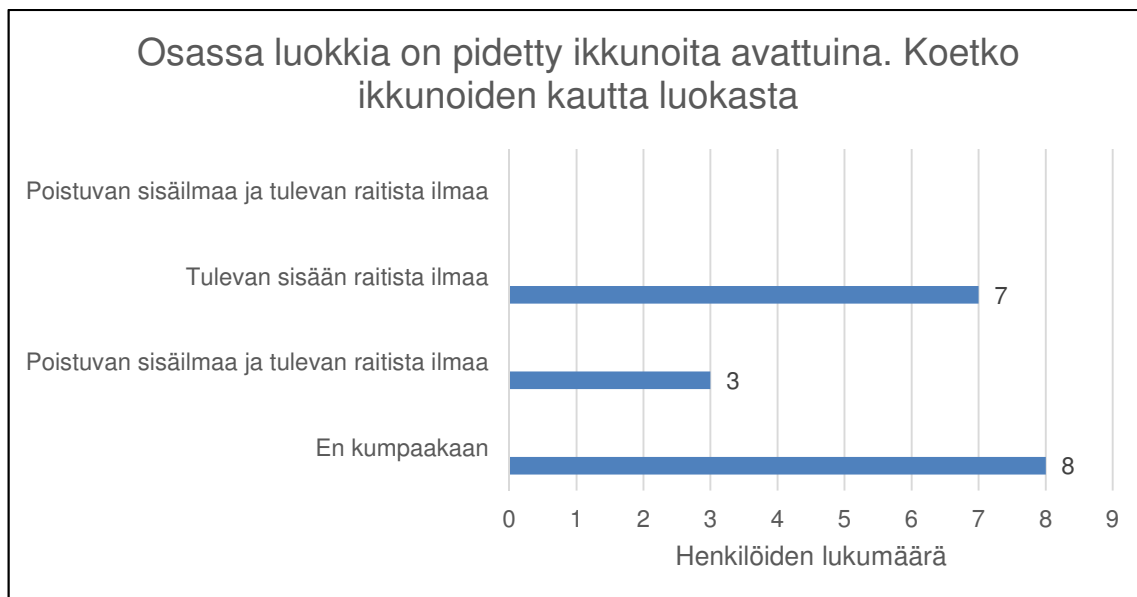


Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä: Millaisia muutoksia olet havainnut?

Vastaajien määrä: 2

- Happi ei riitä
- Betonin palasia löytyy aulan lattialta.

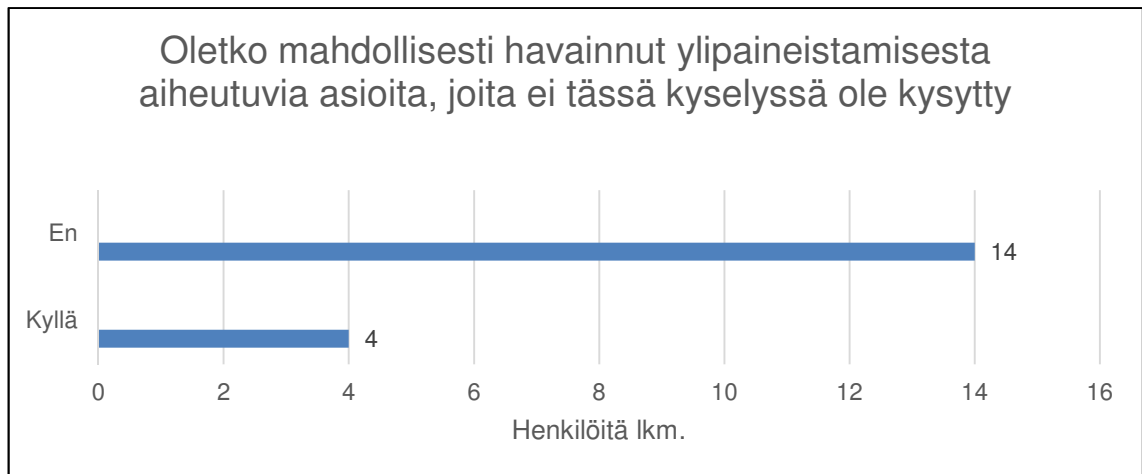
Taulukko 4 i Vastanneiden henkilökunnan jäsenten kokemukset ikkunoiden avaamisen vaikutuksista.



Taulukko 4 j Vastanneiden henkilökunnan jäsenten tuntemukset ylipaineistuksen vaikutuksista omaan terveydentilaansa.



Taulukko 4 k Vastanneiden henkilökunnan jäsenten muut havainnot.



Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä; millaisia havaintoja olet tehnyt?

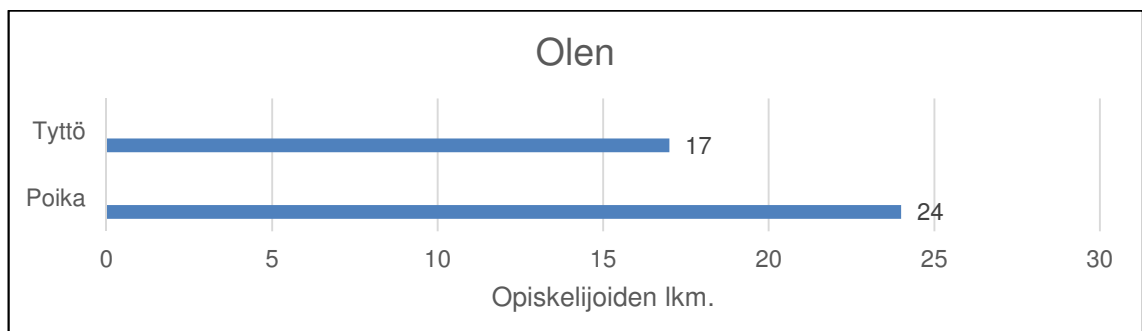
Vastaajien määrä: 4

- Minusta ilma on ollut paksumpaa/huonompaa.
- Ääni on kovilla ja on totaalisesti mennytkin, kauhea väsymys ja voimattomuus, mutta luulen, että oireet johtuvat parakin olosuhteista, mm. siksi, että akustiikka ei parakissa toimi ja oppitunteja ei voi pitää suunnitellusti.
- Päärakennus on paras opetustila, kunhan vain tuulettaa luokan kunnolla.
- Päänsärkyä ja hapen puutetta
- Raskas ilma hengittää ja päänsärkyä.

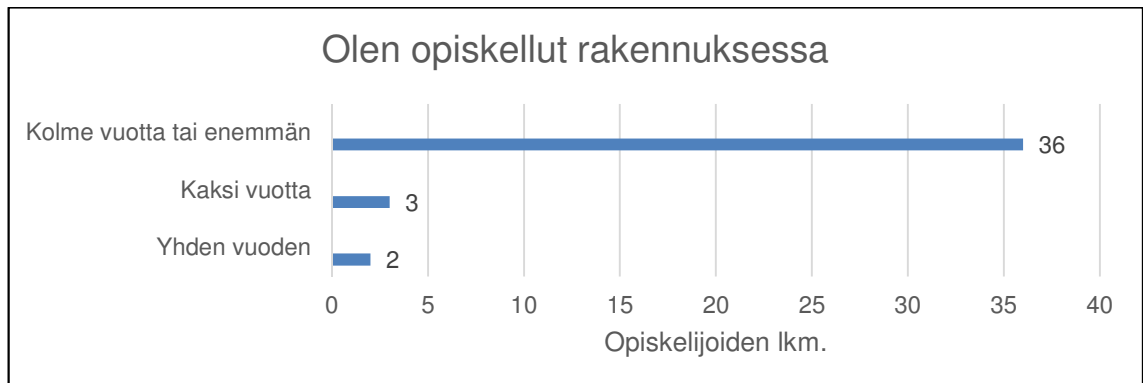
Kysely Väinö Linnan lukion opiskelijoille

Vastaajien määrä: 41

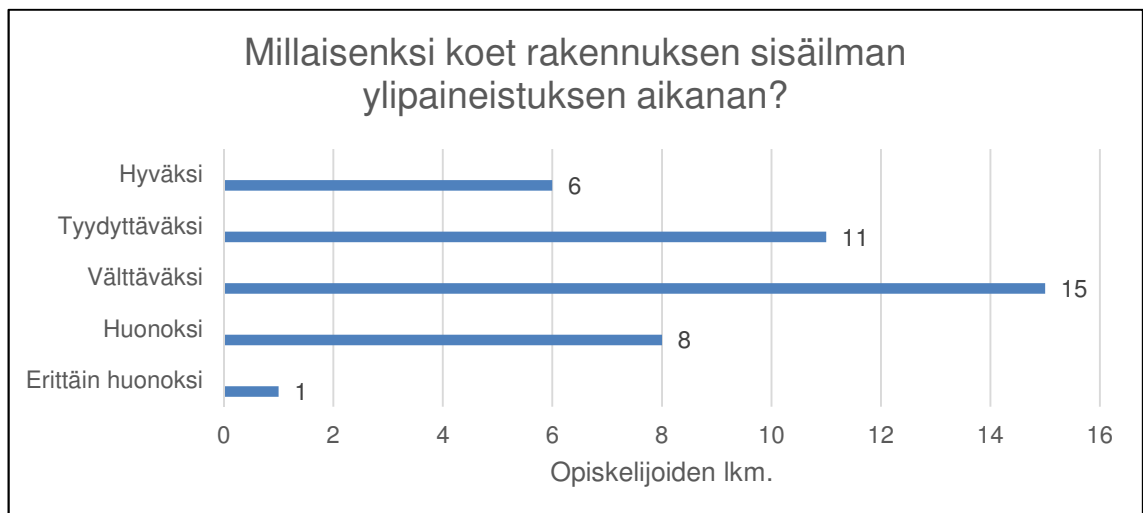
Taulukko 5 a Vastanneiden Väinö Linnan lukion opiskelijoiden sukupuolijakauma



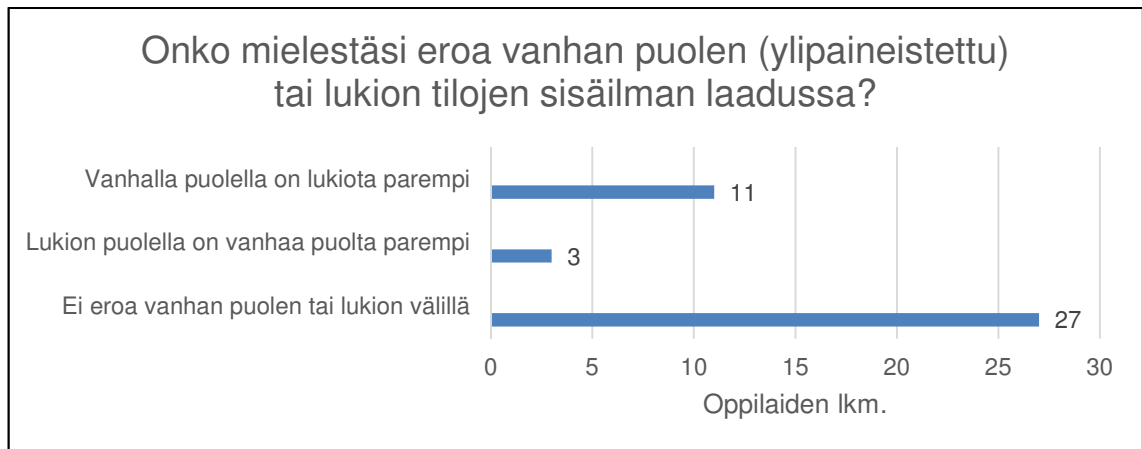
Taulukko 5 b Vastanneiden Väinö Linnan lukion opiskelijoiden työskentelyaika rakennuksessa.



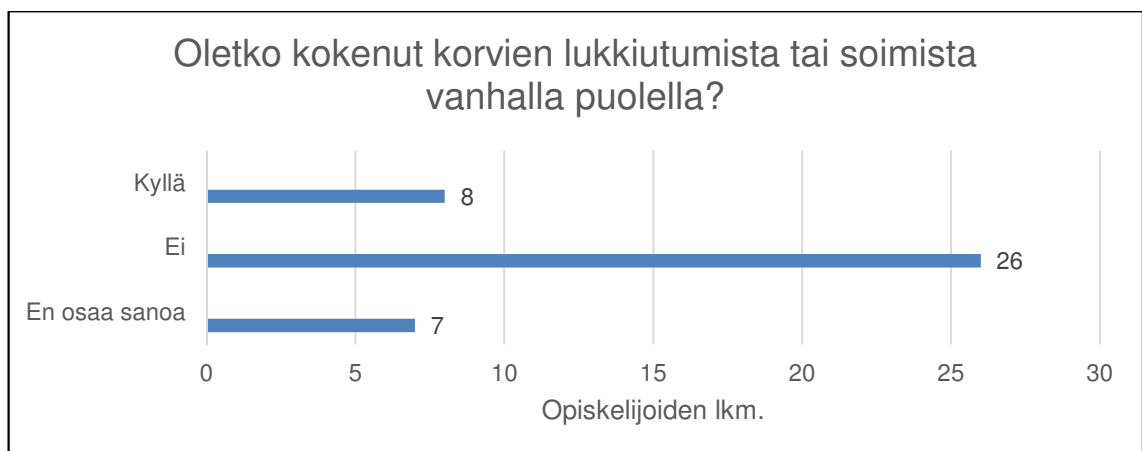
Taulukko 5 c Vastanneiden Väinö Linnan lukion opiskelijoiden tuntemukset sisäilman laadusta.



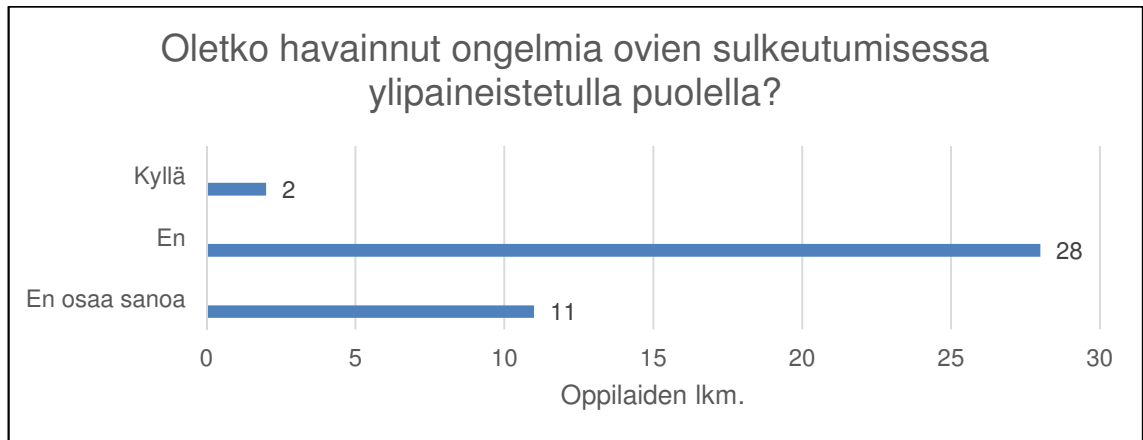
Taulukko 5 d Vastanneiden Väinö Linnan lukion opiskelijoiden tuntemukset ylipaineistetun ja ylipaineistamattomien tilojen välillä.



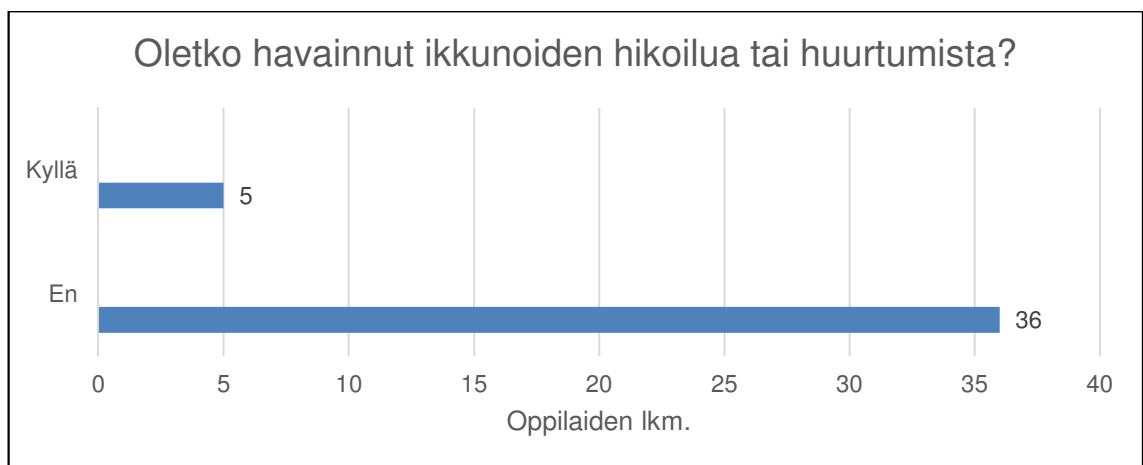
Taulukko 5 e Vastanneiden Väinö Linnan lukion opiskelijoiden havainnoit ylipaineistuksen vaikutuksista kuulostaistinsa.



Taulukko 5 f Vastanneiden Väinö Linnan lukion opiskelijoiden havainnot ovien sulkeutumisesta ylipaineistetulla puolella.



Taulukko 5 g Vastanneiden Väinö Linnan lukion opiskelijoiden havainnot ikkunoiden huurtumisesta ylipaineistetulla puolella.



Taulukko 5 h Vastanneiden Väinö Linnan lukion opiskelijoiden muut havainnot rakennuksessa.

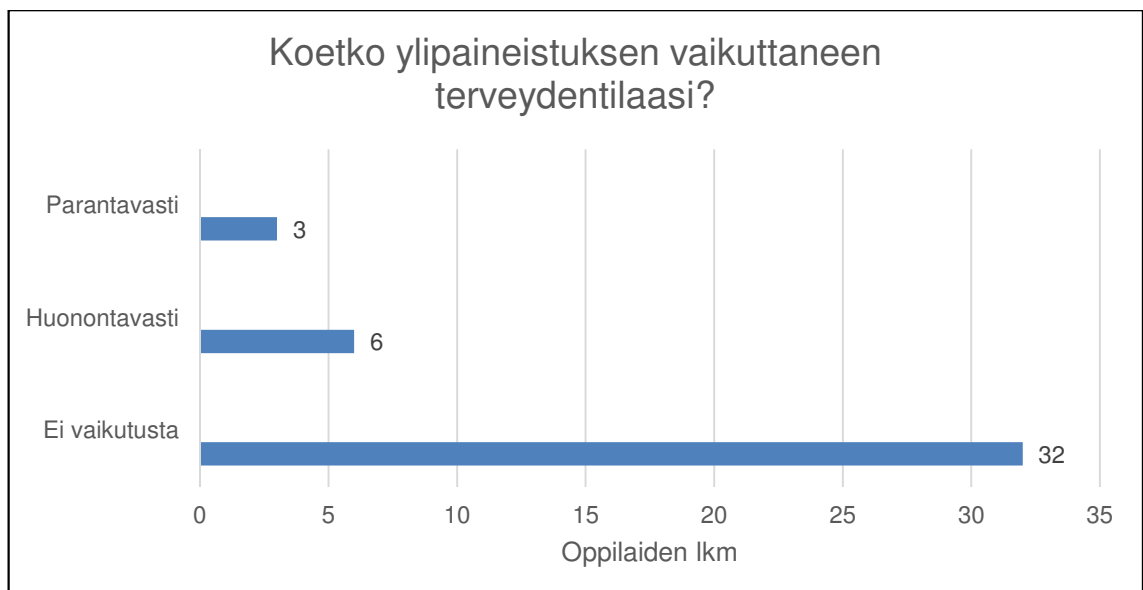


Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä; millaisia muutoksia olet havainnut?

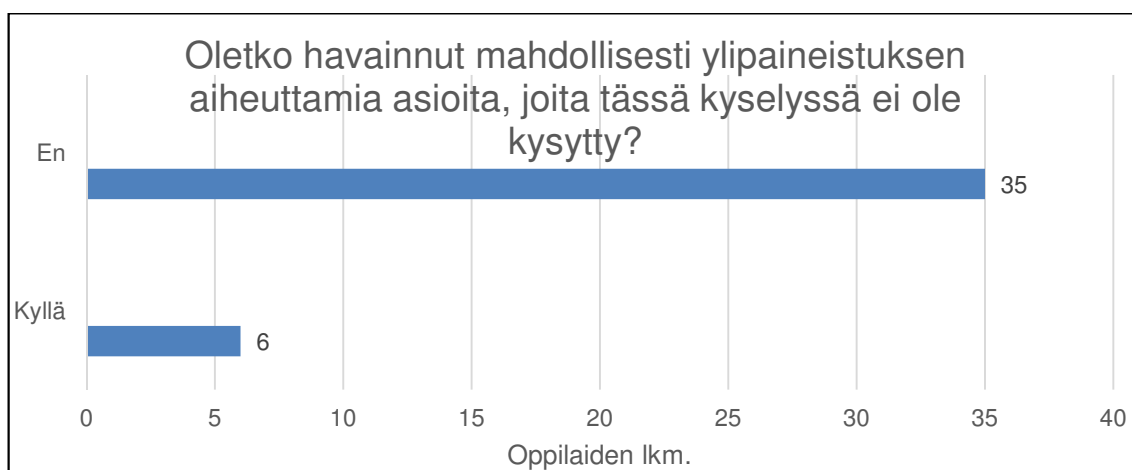
Vastaajien määrä: 4

- Olen havainnut monenlaisia muutoksia.
- Olen havainnut muutoksia.
- Hometta.

Taulukko 5 i Vastanneiden Väinö Linnan lukion opiskelijoiden tuntemukset ylipaineistuksen vaikutuksista omaan terveydentilaansa.



Taulukko 5 j Vastanneiden Väinö Linnan lukion opiskelijoiden muut havainnot.



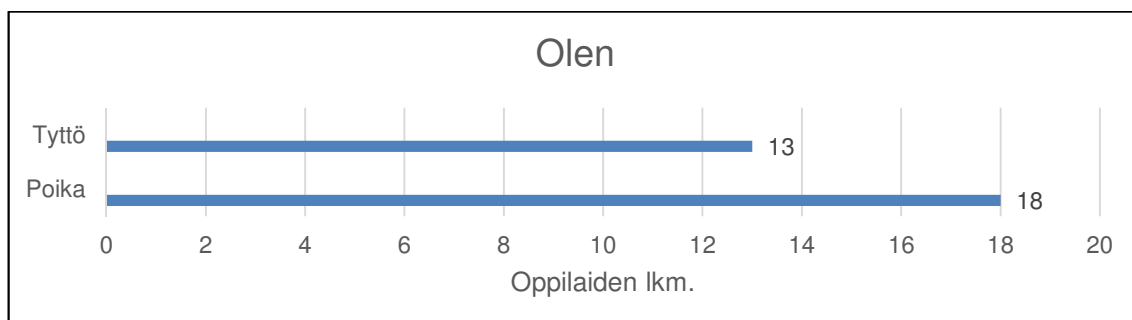
Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä; Millaisia havaintoja olet tehnyt?

- Monenlaisia asioita olen havainnut.
- Astma ja päänsäryt ovat sietämättömiä koulun sisällä
- Silmät ovat alkaneet kuivua
- En tiedä johtuuko ylipaineistuksesta vai huonosta sisäilmasta, mutta päästä särkee paljon useammin kuin ennen.
- Ylipaine tulee käytävältä ja opettajat pitävät luokan ovia kiinni oppitunneilla. Näin ei ylipaineistaminen toimi.
- Nenän tukkoisuutta koko ajan koulussa.

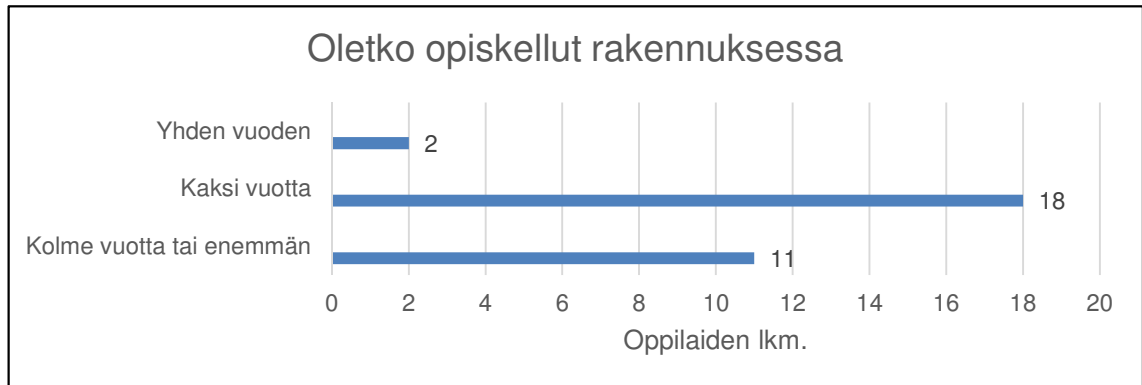
Kysely Huhdin yläkoulun opiskelijoille

Vastaajien määrä: 31

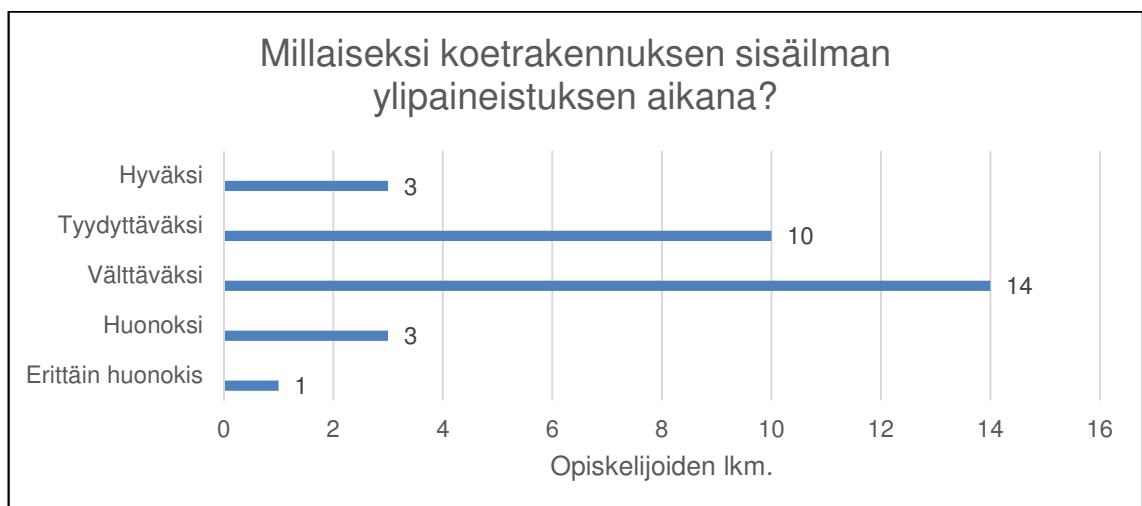
Taulukko 6 a Vastanneiden Huhdin yläkoulun opiskelijoiden sukupuolijakauma



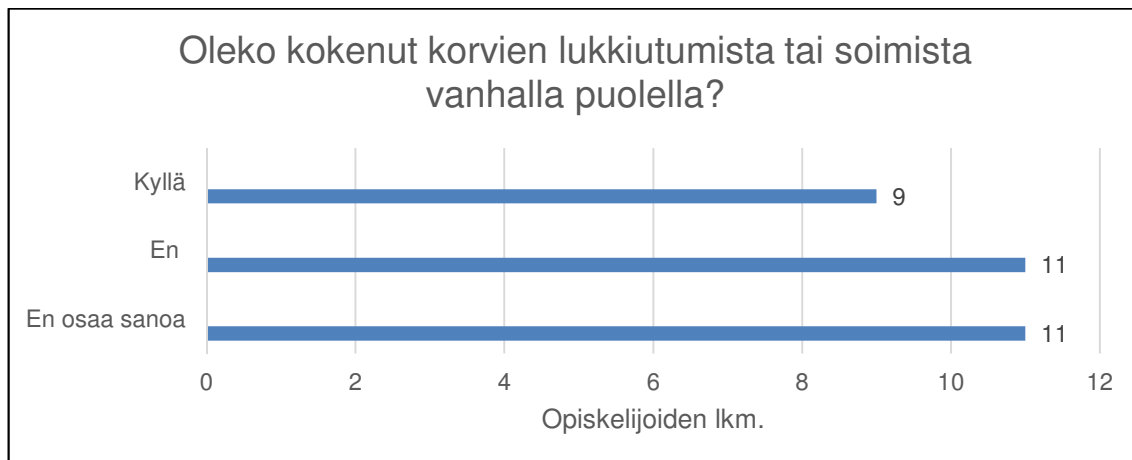
Taulukko 6 b Vastanneiden Huhdin yläkoulun opiskelijoiden työskentelyaika rakennuksessa.



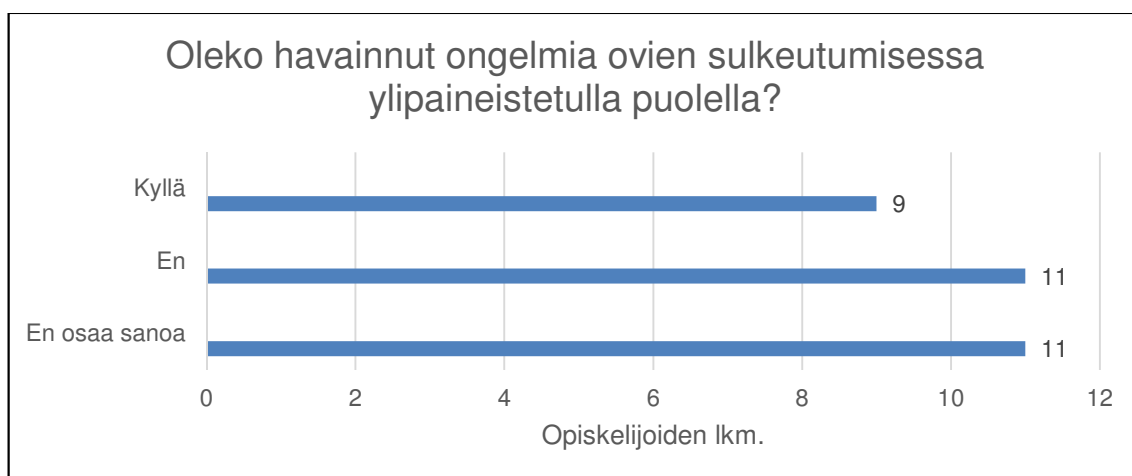
Taulukko 6 c Vastanneiden Huhdin yläkoulun opiskelijoiden tuntemukset sisäilman laadusta.



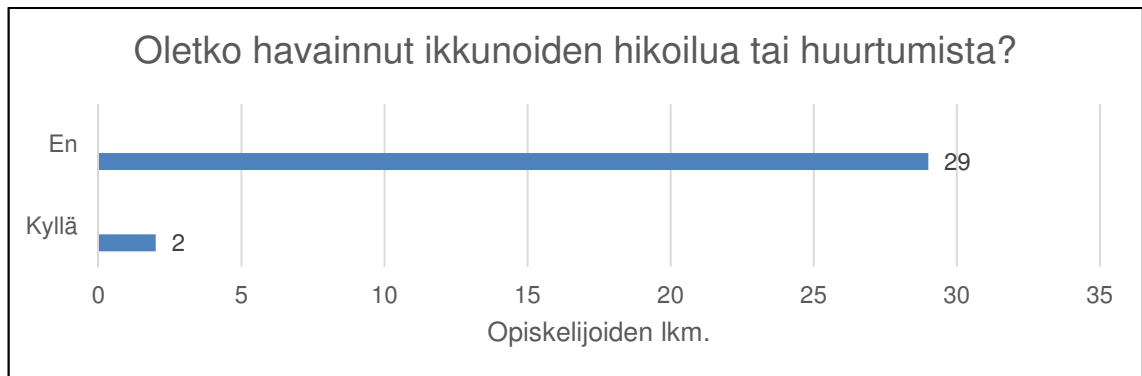
Taulukko 6 d Vastanneiden Huhdin yläkoulun opiskelijoiden havainnot ylipaineistuksen vaikutuksista kuuluaistiinsa.



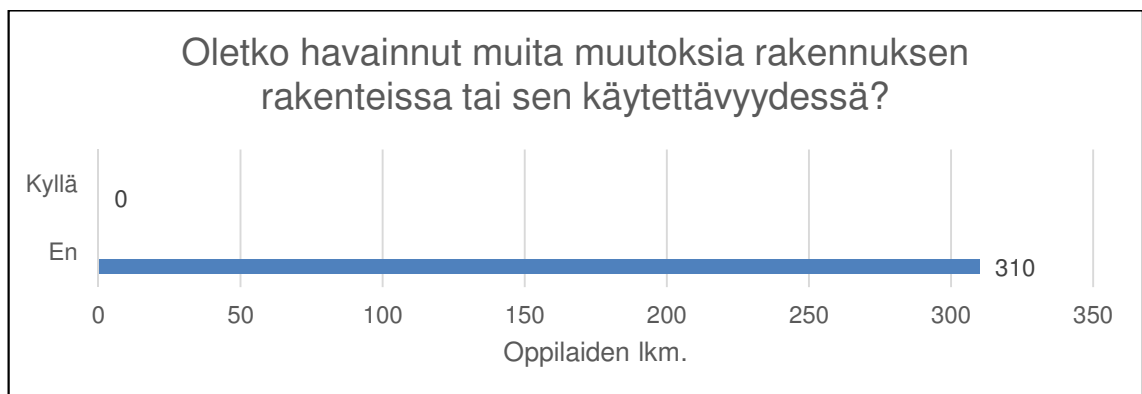
Taulukko 6 e Vastanneiden Huhdin yläkoulun opiskelijoiden havainnot ovien sulkeutumisesta ylipaineistetulla puolella.



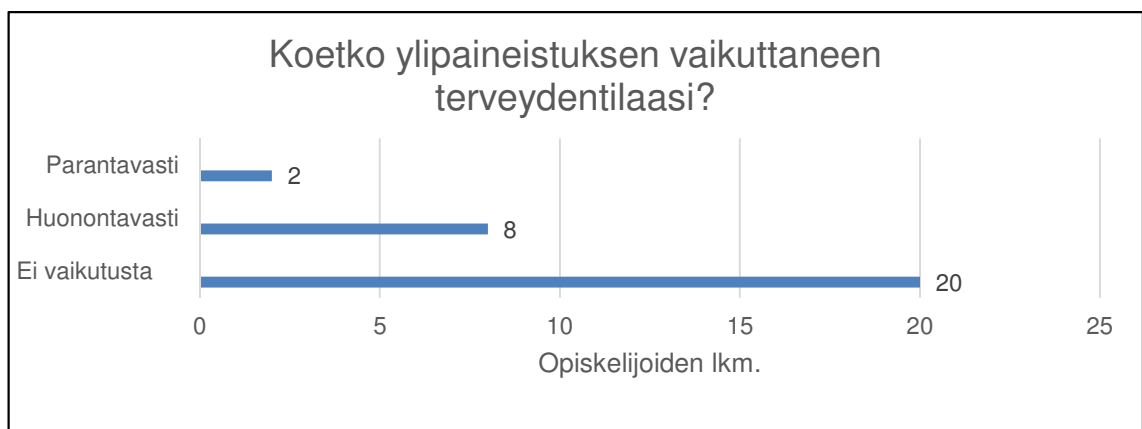
Taulukko 6 f Vastanneiden Huhdin yläkoulun opiskelijoiden havainnot ikkunoiden huurtumisesta ylipaineistetulla puolella.



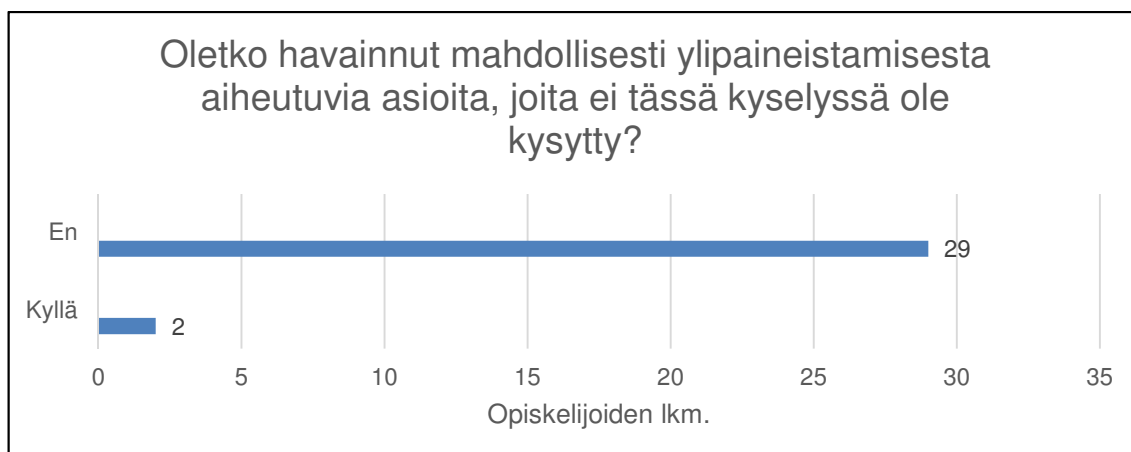
Taulukko 6 g Vastanneiden Huhdin yläkoulun opiskelijoiden muut havainnot rakennuksessa.



Taulukko 6 h Vastanneiden Huhdin yläkoulun opiskelijoiden tuntemukset ylipaineistuksen vaikutuksista omaan terveydentilaansa.



Taulukko 6 i Vastanneiden Huhdin yläkoulun opiskelijoiden muut havainnot.



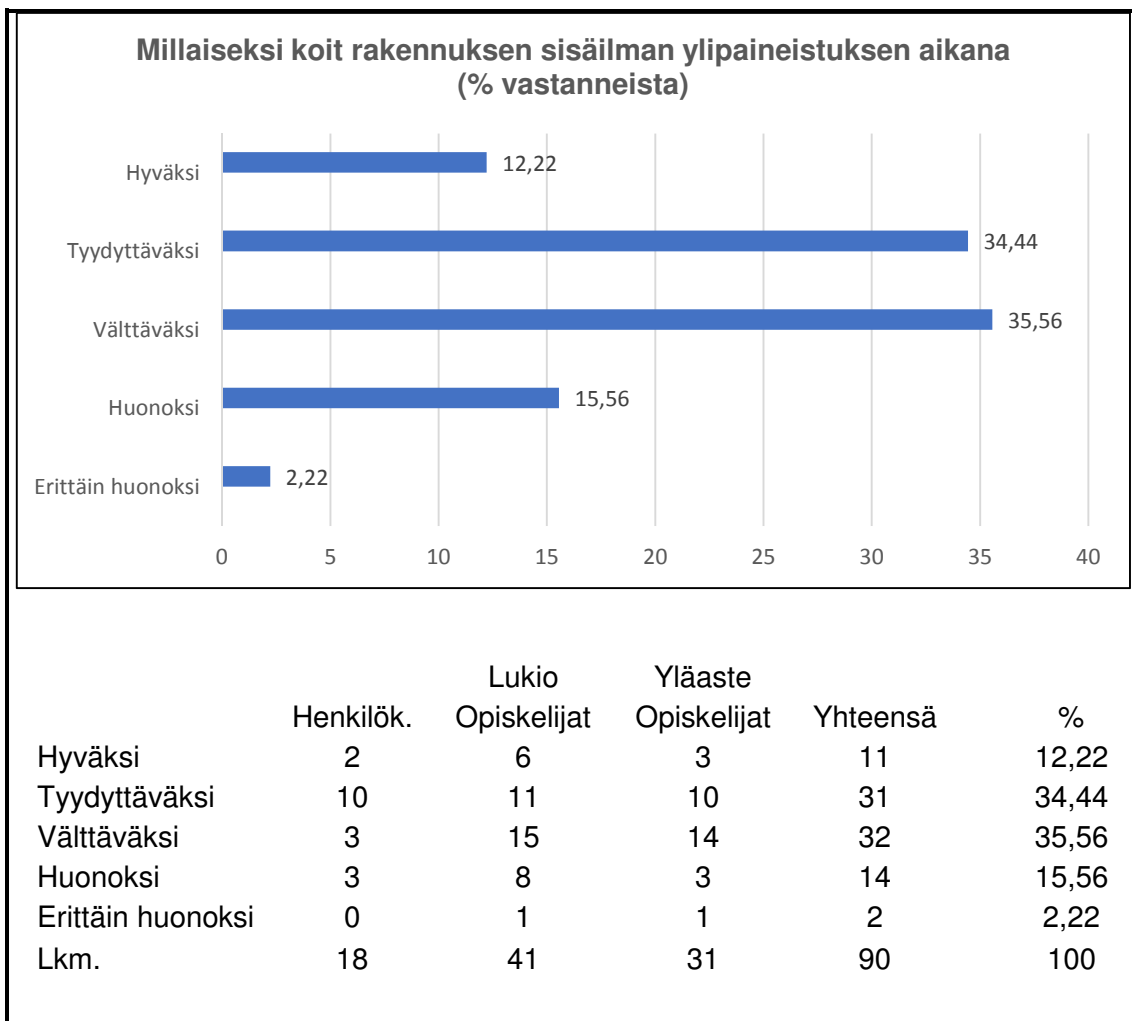
Jos vastasit edelliseen kysymykseen kyllä; millaisia havaintoja olet tehnyt?

- Oireilen vain joissakin luokissa.

3.8.7 Yhteenveto kyselyn tuloksista.

Kyselyn tuloksien perusteella havaitut rakenteelliset muutokset olivat erittäin vähäisiä, joten niiden perusteella ei voi tehdä johtopäätöksiä. Ylipaineistetun rakennuksen osan ilman laadun koki hyväksi tai tyydyttäväksi 46,7 % vastanneista, välttäväksi 35,56 % ja huonoksi tai erittäin huonoksi 17,8 %. Tulokset on esitetty taulukossa 7. Rakennuksen ilman laatua ei koettu kovin ongelmalliseksi, paremminkin se vastasi vanhoissa rakennuksissa koettua normaalitilannetta.

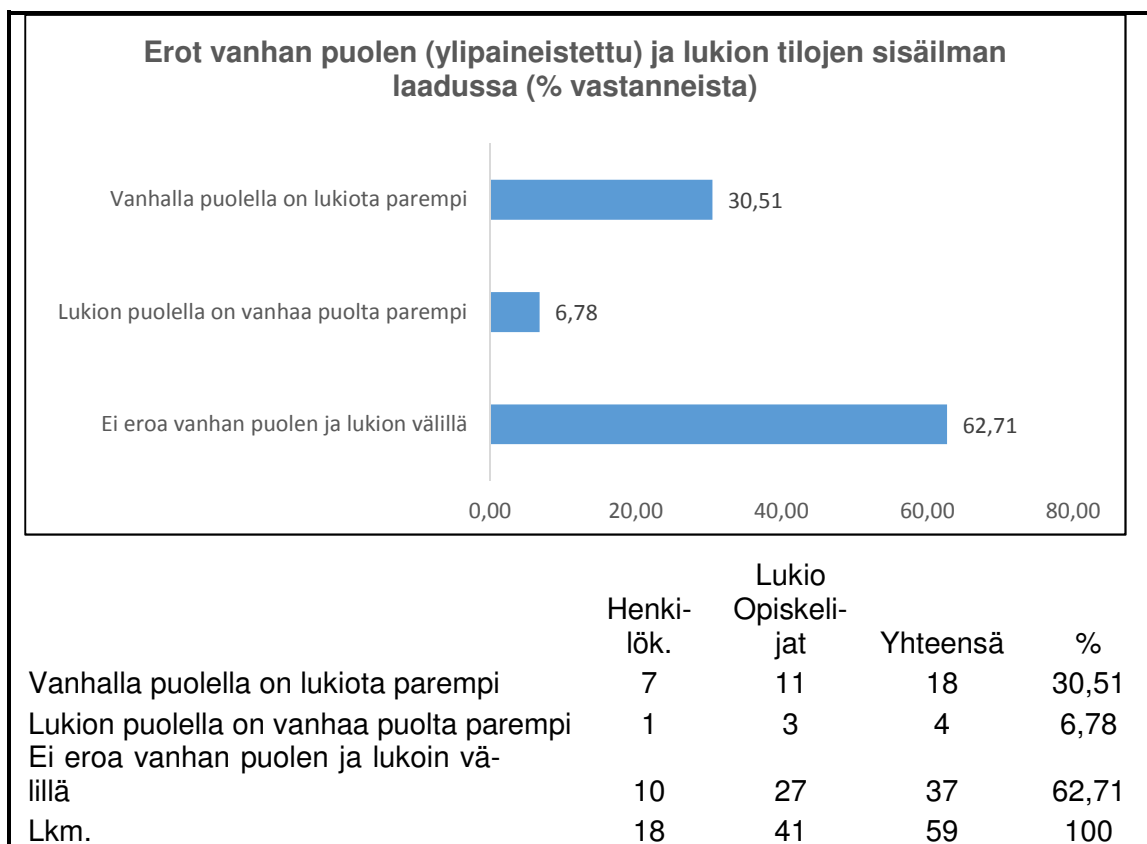
Taulukko 7 Kyselyyn vastanneiden tuntemukset sisäilman laadusta ylipaineistuksen aikana.



Pyydettyäessä vertailemaan koulurakennuksen ylipaineistetun osan ja normaali ilmanvaihdolla toimivan osan ilman laatua koki vastaajista 30,5 % ylipaineistetulla osalla olevan parempi ilma kuin normaali-ilmanvaihdolla toimivassa rakennuksen osassa. Päinvastoin asian koki 6,78 % vastaajista. Eroa ylipaineistuksen ja normaali-ilmanvaihdon osalta ei huomannut 62,7 % vastanneista. Tulokset on esitetty taulukossa 8.

Ylipaineistuksen on koettu parantaneen sisäilmanlaatua. Tästä huolimatta on myös ylipaineistuksen aikana jouduttu ottamaan käyttöön uusia väistötiloja, koska on koettu sisäilman aiheuttavan altistumista.

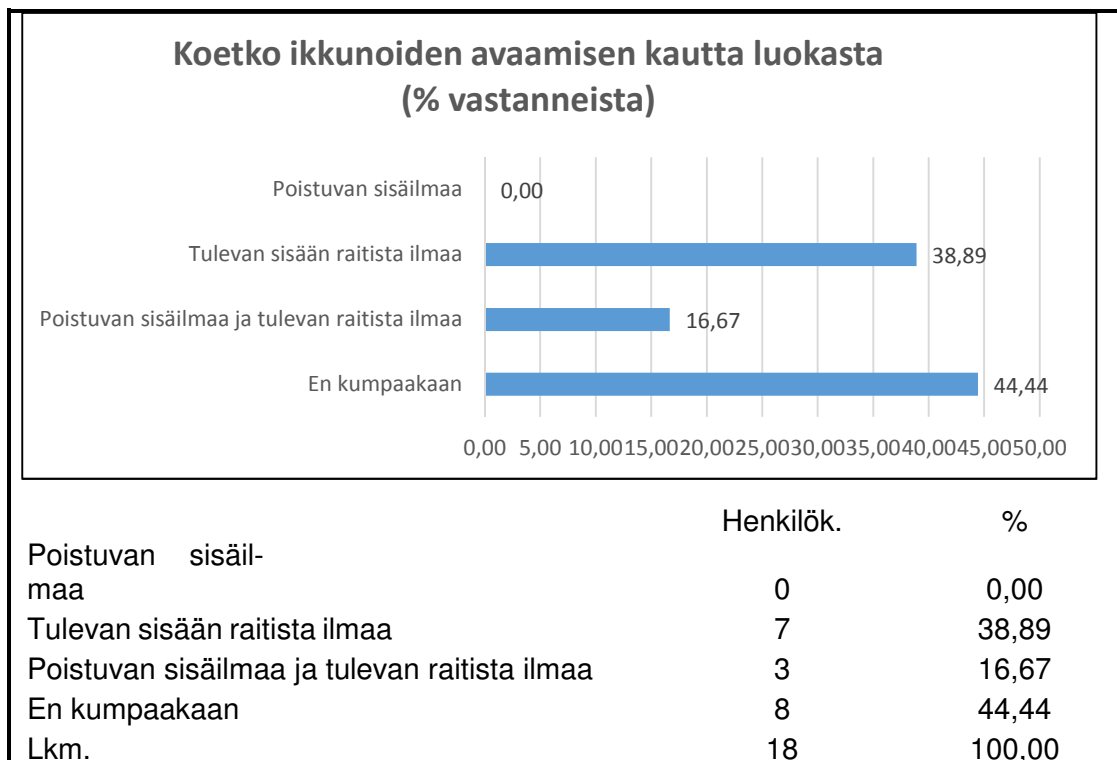
Taulukko 8 Vastanneiden tuntemukset ylipaineistetun ja ylipaineistamattomien tilojen välillä.



Ylipaineistetun rakennuksen osan käyttäjiä on ohjeistettu, että ikkunoita ei saa avata, koska se muuttaa painesuhteita. Tästä huolimatta ikkunoita on varsin usein pidetty avattuina. Kysyttäessä, mitä koet tapahtuvan, kun luokkahuoneessa avataan ikkunoita, kukaan ei kokenut avatusta ikkunasta poistuvan sisäilmaa. Avatusta ikkunasta 38,9 % koki tulevan raitista ilmaa, 16,7 % koki ikkunasta poistuvan sisäilmaan ja tulevan raitista ilmaa. Vastanneista 44,4 % ei kokenut tapahtuvan mitään virtauksia. Vastaajat olivat pelkästään henkilökunnan edustajia. Tulokset on esitetty taulukossa 9.

Tuntemukset olivat fysiikan perusteiden vastaiset. Rakennus on painemittarien lukemien perusteella ollut pääsääntöisesti ylipaineinen. Ylipaineistetusta tilasta pitäisi pääsääntöisesti poistua sisäilmaa avatun ikkunan kautta. Ylipaineistettu rakennus oli ilmeisesti käyttäjille outo kokemus ja toimittiin niin kuin aikaisemminkin sekä oletettiin ilmavirtausten kulkevan niin kuin se normaalitilanteessa tapahtuu.

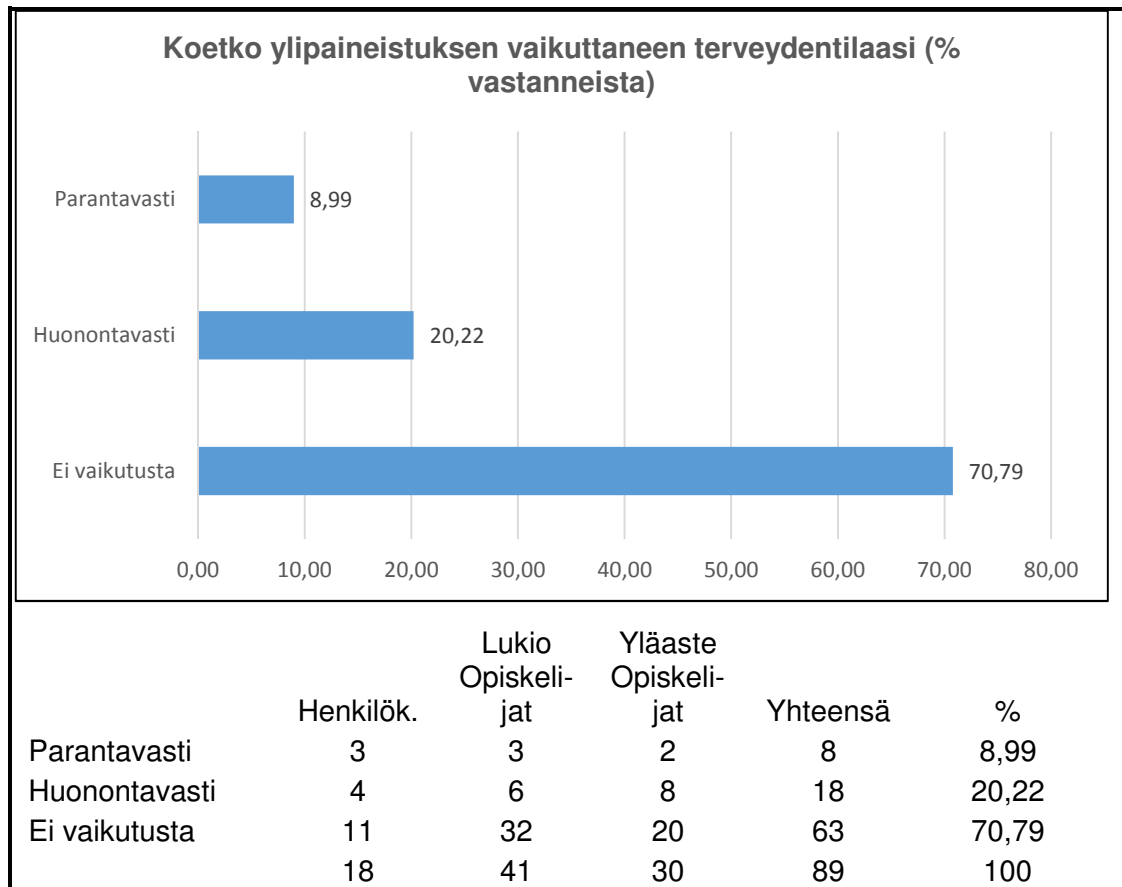
Taulukko 9 Käyttäjien tuntemukset ylipaineistettujen tilojen ikkunoiden avaamisen vaikutuksista.



Kysymykseen, koetko ylipaineistuksen vaikuttaneen terveystilaasi, vastasi 9 %, että terveydentila on parantunut, 20,2 % koki terveydentilansa huonontuneen ja 70,8 % ei ollut havainnut muutoksia. Tulokset on esitetty taulukossa 10.

Tämän kyselyn perusteella ei voi todeta ylipaineistuksella olleen vaikutuksia käyttäjien tuntemuksiin terveyden tilastaan.

Taulukko 10 Vastaajien tuntemukset ylipaineistuksen vaikutuksista omaan terveydentilaansa.



3.8.8 Ylipaineistuksen rakenteelliset vaikutukset

Rakennuksessa ei havaittu ylipaineistuksen vaikutuksesta rakenteellisia ongelmia. Käyttäjät eivät huomanneet haittavaikutuksia. Ovien sulkeutumisessa ei koettu ongelmia eivätkä ikkunatkaan höyrystyneet. Rakennuksen yläpohjaa ei pystytty tutkimaan keväällä 2017, jolloin olisi todennäköistä kosteusvaurioiden näkyminen yläpohjan eristeissä tai vesikaton alapinnassa. Rakennuksen vesikatto oli rakennettu ilman kattoluukkuja. Rakennuksen päädyissä oli myös levyverhouksen alla tiilimuuraukset ulotettu vesikatteen saakka.

3.9 Rakennuksen tulevan käytön ideointi

Urjalan kunnassa pyrittiin kehittämään rakennukselle uutta käyttöä koulukäytön loputtua. Kuntalaiset pyrittiin ottamaan mukaan ideointiin ja päätettiin toteuttaa kuntalaisille suunnattu ideariihi. Asiaa käsiteltiin Urjalan kunnan rakennuslautakunnassa 13.10.2016, joka käsiteltiin seuraavasti.

Rakennuslautakunta 13.10.2016 36 §

KUNTALAISILLE SUUNNATTU IDEARIIHI KOSKIEN HUHDIN KOULUN TULEVAA KÄYTTÖÄ.

Rakennustarkastajan aloitteesta on julkaistu 14.4.2016 Urjalan Sanomissa ilmoitus, jolla pyrittiin saamaan kuntalaisilta aloitteita koskien tyhjäksi jäävän Huhdin koulun käyttöä. Huhdin koulussa toimii Urjalan yläaste ja Väinö Linnan lukio. Koulu on rakennettu kahdessa vaiheessa alun perin 60-luvun lopulla ja laajennettu 80-luvulla. Rakennuksen kokonaisala on 4464 m² ja tilavuus 21177 m³.

Ilmoituksen perusteella tuli neljä aloitetta, joissa esitettiin:

- 1. Rakennuksen käyttämistä kunnan tarvitsemien puutarha- ja koristekasvien kasvatukseen.*
- 2. Alueelle kehitettäväksi nk. kotieläinpihaa ja siihen liittyviä toimintoja, joita voitaisiin hyödyntää matkailumielessä.*

3. Rakennuksesta muodostettavaksi kiinteistöyhtiö, josta voitaisiin myydä osakkeita, jotka oikeuttaisivat erikokoisien huonetilojen hallintaan ja omistukseen. Ajatuksena oli, että näin muodostuisi yrittäjille ja harrastajille huokeita toimintatiloja. Perustettava kiinteistöyhtiö hoitaisi osakkeiden markkinoinnin sekä rakennuksen hoidon ja kunnossapidon. Perusajatuksena oli, että huonetilojen koko muodostuisi yrittäjien tai harrastajien tilojen tarpeen mukaan ja että he itse suorittaisivat tarvittavat remontoinnit. Rakennus on vanhentunut koulukäyttöä ajatellen, mutta on rakenteiltaan varsin hyväkuntoinen. Rakennuksessa on mm. joka huonetilaan vedetty LVIS-tekniikka. Rakennuksen koko on kuitenkin varsin suuri, joten olisi perusteltua ideaa kehitettäessä myös tutkia esim. vain 80-luvulla rakennetun laajennuksen hyväksikäyttöä. Tämä idea olisi tutkimisen arvoisin. Idea on suullisesti kerrottu kunnan virkamiesjohdolle ja usealle luottamushenkilölle. Urjalan kunnanhallitus on kuitenkin asettanut kiinteistön myyntiin. Kiinteistön myyminen ei kuitenkaan estä idean mahdollista toteuttamista, vaan on kiinteistön ostamisesta kiinnostuneiden vapaassa käytössä.

4. Rakennukseen perustettavaksi uusi Yrityskeskus, joka toimisi yrityshautomona, jonne kaikki yritysmuodot keskitetysti voisivat laittaa oman ideapajansa pystyyn. Se toimisi pienten ja keskisuurten yrittäjien toimisto-/ ideointipaikkana. Siitä voisi olla hyötyä niin yrittäjille kuin yrityksen perustaville, sitä aikoville sekä muille yhteisöille. Urjalan kunnassa toimii tällä hetkellä esim. Työ- Ykköset -osuuskunta, jonka jäsenistö koostuu aika pitkälti pitkäaikaistyöttömistä sekä osatyökykyisistä toimijoista, joilla on halua lähteä toteuttamaan omaa ideaansa eteenpäin. Usealla jäsenellä on oma sivutoimiyritys. Sivutoimiyrittäjien mahdollisesti lähtiessä tuottamaan tulosta on helppo lähteä perustamaan oikeaa yritystä. Kustannusten kuitenkin tulisi pysyä tällaisessa toiminnassa varsin pieninä. Ehdotuksen mukaan kunta vuokraisi tilat minimivuokralla, joka kattaisi toiminnasta aiheutuvat kulut. Tämä toiminta ei tarvitsisi kovin paljon tiloja. Ehdotus on hyvin yhdistettävissä 3. kohdassa esitettyyn kiinteistöyhtiöajatukseseen.

Liite 42: Ilmoitus Urjalan Sanomissa 14.4.2016

Lisätiedot: rakennustarkastaja Hannu Kopola puh. 040 3354245

*Rakennustarkastajan päätösehdotus: Rakennuslautakunta merkitsee asian tiedoksi.
Rakennuslautakunnan päätös: Rakennuslautakunta hyväksyi yksinmielisesti rakennustarkastajan päätösehdotuksen.*

Tiedoksi/Toimenpiteitä varten Urjalan kunnanhallitus

Valitusosoitus:

Tästä päätöksestä ei kuntalain 91 §:n mukaan voi tehdä oikaisuvaatimusta tai kunnallisvalitusta, koska päätös koskee vain valmistelua tai täytäntöön panoa.



URJALAN KUNTA
www.urjala.fi

**IDEARIIHI HUHDIN KOULUN
TULEVASTA KÄYTÖSTÄ**

Urjalan asemalla sijaitseva Huhdin koulu vapautuu koulukäytöstä vuoden 2017 alussa. Rakennukselle ei ole vielä löytynyt uutta käyttöä. Toteutamme ideariihen uuden käyttömahdollisuuden löytämiseksi. Esitä oma ennakkoluuloton ideasi, käsittelemme ja arvioimme sen. Kirjoita ideasi sähköpostiin osoitteeseen hannu.kopola@urjala.fi tai puhelimella 040 335 4245.




Tekninen palvelukeskus

Kuva 30 Urjalan Sanomissa 14.4.2016 julkaistu ilmoitus

Urjalan kunnan johdon kanssa käytyihin keskusteluihin perustuen idea lähetettiin Urjalan kunnanhallitukselle vain tiedoksi ilman toimenpide-ehdotuksia. Kunnanhallituksen harkittavaksi jäi, millaisiin toimenpiteisiin asian suhteen ryhdytään. Urjalan kunnanhallitus päätti asettaa koulurakennuksen myyntiin eikä käynnistänyt ideariihessä esitettyjä toimenpiteitä. Ideariihessä syntyneet ideat ovat tietenkin edelleen käytettävissä ja mahdollinen ostaja voi ne toteuttaa.

Kiinteistö oli kiinteistövälittäjällä myynnissä 15.11.2016 – 30.9.2017 välisen ajan. Kiinteistöstä ei jätetty välitysliikkeelle yhtään tarjousta. Välitysliikkeen mukaan kiinteistön myyntiä vaikeuttavat todetut sisäilmaongelmat, korkeat vuosittaiset ylläpitokustannukset

ja kiinteistöveron suuruus. Teknisen lautakunnan ja kunnanhallituksen yksimielisten esitysten jälkeen Urjalan kunnan valtuusto päätti yksimielisesti kokouksessaan 13.11.2017, että rakennus puretaan ja että tontin asumiskäytön mahdollistava kaavamuutos käynnistetään välittömästi.

Urjalan kunnanvaltuusto ei kuitenkaan varannut määrärahaa vuoden 2018 talousarvioon rakennuksen purkamista varten. Rakennuksessa pidetään peruslämmitystä päällä, mutta rakennuksessa ei ole minkäänlaista toimintaa käynnissä.

4 Johtopäätökset

Suomessa on rakennusten sisäilmaongelma noussut erittäin isoksi ongelmaksi 2000 -luvulla. Ongelma koetaan erittäin suurena varsinkin koulurakennuksissa. Rakennusten käyttäjistä kaikki eivät koe ongelmia, vaan ongelmat keskittyvät vain osalle käyttäjistä. Terveysviranomaiset määrittelevät ongelman laajuutta rakennuksen käyttäjille tehtyjen oirekyselyjen, terveystietojen ja sairastavuuden perusteella, eli ongelmaa mitataan suurelta joukolta kerättyjen tietojen perusteella. Pahimmissa tapauksissa Aluehallintovirastot ovat asettaneet rakennuksia käyttökieltoon. Huolena on huonoksi koetun sisäilma vaikutukset terveyteen, eli sen mahdollisesti aiheuttamat altistumiset, jotka seuraavat rakennuksen käyttäjää mahdollisesti koko eliniän.

Sisäilman puhtauden mittaamiseen ei ole olemassa luotettavaa mittaria. Vain pieni osa mikrobi- ja homehiukkasista jää laitteistojen siivöihin. Osa sisäilmassa esiintyvistä mikrobihiukkasista on jopa tarpeellisia ihmisen luontaisen vastuskyvyn kehittymisen kannalta. Rakennuksen sisäilmanlaatua ei siis pystytä määrittämään tarpeeksi luotettavasti ilmasta otettavien näytteiden perusteella. Rakennusten kuntotutkimuksien perusteella saadaan parempia tietoja eli rakennuksen rakenteita ja laitteistoja sekä niiden toimintaa tutkimalla päästään luotettavampiin tuloksiin. Yllättävän usein ongelma näyttää löytyvän huonosti toimivista tai puhdistamattomista ilmanvaihtolaitteistoista. On tapauksia, että ilmanvaihtolaitteisto ei ole toiminut suunnitellulla tavalla edes uutena. Laitteiston alkuperäinen säätäminen on voinut jäädä kunnolla tekemättä tai säätämistä ei ole jatkettu tarpeeksi pitkään, jotta kaikki esim. sään vaihtelun tuomat muutokset olisivat tulleet huomioonotetuksi. Kuntotutkimuksissa rakenteista otetut materiaalinäytteet ja niiden poh-

jalta saadut analyysitulokset ovat kaikkein luotettavimpia, eli niistä pystytään analysoimaan mikrobi- ja homekasvustot riittävällä tarkkuudella. Paikallinen kosteusvaurio ja homerakenteet tulisi myös pystyä erottamaan toisistaan. Kosteusvaurio voi aiheuttaa homeongelmaa vain korjaamattomana ja silloinkin ko. rakenteesta pitää olla suora yhteys sisäilmaan.

Suomi on sisäilmatutkimusten johtava maa. Alalla on paljon ihmisiä töissä ja on tekeillä useita tutkimuksia, joilla tähdätään sisäilman laadun parantamiseen. Sisäilman mahdollisesti aiheuttamista terveyshaitoista on tieteellistä näyttöä vain pienessä määrin, lähinnä riskistä astman lisääntymiseen. Tutkijat eivät ole löytäneet yhteistä aiheuttajaa koetulle sisäilmaongelmalle, eivätkä myöskään ole yksimielisiä sen terveydellisistä vaikutuksista. Huonosta sisäilmasta aiheutuneeksi koetut sairastumiset ovat yleensä lyhytaikaisia ja ohi meneviä. Asia on kuitenkin varsin yksilökohtainen ja joillekin ihmisille saattaa aiheutua myös pysyviä haittoja. Yleisesti ottaen ei ole mahdollista rakentaa tai korjata rakennusta niin, ettei kukaan kokisi sen sisäilmasta aiheutuvan haitallisia tuntemuksia.

Rakennusten kuntotutkimuksilla ei myöskään aina löydetä huonoksi koetun sisäilman aiheuttajaa. Varsin yleistä on, ettei perusteellisenkaan kuntotutkimuksen yhteydessä löydetä syytä huonoksi koettuun sisäilmaan.

Tässä opinnäytetyössä seuratun rakennuksen huonoksi koetun sisäilman aiheuttajaa ei löydetty. Rakennuksesta jouduttiin kuitenkin osia sulkemaan ja siirtymään väistötiloihin. Kuntotutkimuksissa havaittuja ongelmia yritettiin selvittää ja suorittaa kaikki mahdolliset korjaukset. Kuntotutkimukset kuitenkin jättivät avoimiksi katolta tulevien sadevesien johtamisen ja niiden mahdollisesti aiheuttaman riskin. Rakennuksessa ei kuitenkaan ollut maanalaista kellarikerrosta, eikä avatuissa rakenteissa havaittu maasta kapillaarisesti nousevan kosteuden aiheuttamia vaurioita. Radonmittauksia ei myöskään suoritettu. Rakenteiden avauksen yhteydessä otetuista materiaalinäytteistä löydettiin mikrobikasvustoa ainoastaan juhlasalin lattiarakenteista. Lattiarakenteen toiminta oli ilmeisesti muuttunut vuonna 2006 suoritettujen korjaustoimenpiteiden yhteydessä, jolloin oli asennettu aikaisemman puulattian päälle vesihöyrytiivis joustopinnoite. Tältä osin remontti oli mitä suurimmalla todennäköisyydellä suoritettu virheellisesti. Lattia alipaineistettiin, jolloin imurin avulla lattian alta imetty ilma johdettiin erillistä putkistoa pitkin ulkoilmaan. Menetelmään pidettiin riittävänä, tosin uskottavampi, mutta myös kalliimpi korjausmenetelmä olisi ollut lattiarakenteen uusiminen.

Ylipaineistus vaikutti normitetun lämmitysenergian kulutukseen lisäävästi 46 %. Lisäys olisi ilmeisesti suurempi, jos rakennuksen käyttöaste olisi ollut samalla tasolla kuin vertailuvuosina.

Luokkakohtaisista sisäilman puhdistuslaitteista, joita oli asennettuna yhteensä kuudessa luokkatilassa, ei myöskään koettu olevan hyötyä. Sisäilmaongelma on kuitenkin yleensä rakennuskohtainen, joten yksittäisten huonetilojen erillisellä ilmanvaihdolla voidaan saavuttaa vain osittaisia parannuksia. Huonekohtaisia, mahdollisesti lämmitettäviä, tuloilma-venttiileitä ei korjaustoimenpiteiden yhteydessä kokeiltu.

Rakennuksen ylipaineistuksen yhteydessä rakennettiin uusi tuloilmajärjestelmä ja ilman poistojärjestelmä säilytettiin entisellään. Vanhat tuloilmakanavat tulpattiin. Ylipaineistuksesta ei ilmeisesti ollut hyötyä koetun sisäilmaongelman hoitamisessa, se suoritettiin vain siksi, että saataisiin koululle käyttöaikaa uuden koulurakennuksen valmistumiseen asti. Rakennuksen käyttäjät eivät kokeneet ylipaineistuksen vaikuttaneen rakennuksen sisäilman laatuun. Ylipaineistuksen ei myöskään havaittu aiheuttaneen rakennuksen käytölle tai rakenteille haittaa. Ylipaineistusaika oli noin puolitoista vuotta, eli lyhytkestoinen. Tämän kokemuksen perusteella voidaan todeta, ettei lyhytaikainen ylipaineistus aiheuta havaittavia ongelmia rakenteissa. Vanhat tuloilmakanavat sijaitsivat osittain lattia-rakenteisiin muuratuissa kanavistoissa, joten olisi voinut olla aiheellista poistaa osa rakennuksen poistoilmasta myös niiden kautta tulppaamisen lisäksi.

Rakennukselle ei löydetty uutta käyttötarkoitusta. Urjalan kunnan päättäjille oli muodostunut mielikuva, ettei aikaisemmin osittain sisäilmaongelmasta kärsinyttä rakennusta voida aktiivisesti markkinoida tai korjata. Tutkimatta jätettiin mahdollisuudet sen muuttamisesta kokonaan tai osittain yksinyrittäjien ja pienyritysten tarpeisiin.

Kaikissa tapauksissa, maantieteellisestä sijainnista riippumatta, rakenteisiin tulee ajan kuluessa mikrobeja. Suomessa ja Ruotsissa ilmanvaihto on ohjeistettu niin, että rakennukseen saadaan pieni alipaine. Liian suureksi säädetty alipaine vetää rakenteista mikrobeja sisäilmaan. Norjassa ei vastaavaa ohjetta alipaineistuksesta ole. Norjassakin ilmenee, varsinkin puurakentamiseen liittyviä kosteusongelmia, mutta vähemmän kuin Suomessa ja Ruotsissa.

Homeongelmat ja huono sisäilma ovat Suomessa olleet tiedotusvälineissä varsin näkyvästi esillä. Ruotsissa käytiin aikaisemmin vastaavaa keskustelua julkisuudessa, tosin ei samassa laajuudessa kuin Suomessa, mutta siellä asian medianäkyvyys on viime vuosina vähentynyt.

Rakenteiden mikrobi- ja homekasvustot ja niiden vaikutukset rakennuksen sisäilmaan on yleisesti tiedostettu ongelma. Tieteelliseen näyttöön perustuvista sisäilmaongelmien aiheuttajista ja niiden vaikutuksista tiedetään kuitenkin edelleen hyvin vähän. Tutkijat eivät ole yksimielisiä niiden aiheuttajista eivätkä myöskään niiden vaikutuksista ihmisten terveyteen. Sisäilmaongelmia ei kuitenkaan pidä vähätellä vaan tarttua välittömästi toimenpiteisiin ongelman tultua esille. Rakenteiden tutkimukset ja pienienkin vaurioiden korjaaminen on välttämätöntä ja monesti ne saattavat olla ratkaiseva tekijä sisäilmaongelman hallinnassa.

Lähteet

Asumisterveysopas 2009. 3.korjattu painos. Ympäristö ja Terveys- lehti 2009.

Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1/2012. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat.

Haverinen-Shaughnessy 2009. Rakennusfysiikka 2009. Uusimmat tutkimustulokset ja hyvän käytännön ratkaisut 27.-29.10.2009, Tampere. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto rakennustekniikan osasto.

Haverinen-Shaughnessy U., Borrás-Santos A., Turunen M., Zock J.P., Jacobs J., Krop E.J.M., Casas L., Shaughnessy R., Täubel M., Heederik D., Hyvärinen A., Pekkanen J., Nevalainen A., the HITEA study group. 2012. Occurrence of moisture in school in three countries from different climatic regions of Europe based on questionnaires and building inspections – the HITEA study

Heikkinen, Martti. 2006. Kosteus- ja homeongelmien havaitseminen, korjaus ja ehkäisy kuntien rakennuksissa. Kuntaliitto.

Hyvärinen, Anne. 2016. Pesuaineiden käyttö ei selitä koulujen hengitystieoireita. Rakennuslehti 2016/05). <[https://www.rakennuslehti.fi/2016/02/pesuaineiden-kaytto-ei-selita-koulujen -hengitystieoireita/](https://www.rakennuslehti.fi/2016/02/pesuaineiden-kaytto-ei-selita-koulujen-hengitystieoireita/)> 5.2.2016. Luettu 15.12.2017.

Hyvärinen, Anne. 2017. Hallitus valmistelee vanhojen ongelmakoulujen purkamista. Rakennuslehti 2017/21 s. 14.

(Kurnitski J., Palonen J., Enberg S., Ruotsalainen R. 1996 .Koulujen sisäilmasto- rehtorikysely ja sisäilmastomittaukset. Teknillinen korkeakoulu B 34, Espoo 1996)

Leivo, Virpi & Rantala Jukka. 2006 Maanvaraisten rakenteiden mikrobiologinen toimivuus Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennustekniikan laitos. T121.

Peltola, Susanna. (toim.) 2008 Suunnittelijan opas koulurakennusten sisäilmasto-ongelmien ja kosteusvaurioiden korjaamiseen. Teoksessa Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen. Vammala: Opetushallitus

Pekkanen, Juha 2017. Terveet tilat 2028 – hankkeella haetaan ratkaisuja homeongelmaan. Rakennuslehti 2017/39 s. 14)

Pitkäranta, Miia. (toim.) 2016 Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Ympäristöopas 2016. Ympäristöministeriö 2016

Päkkilä, Taneli. 2012. Mikrobin kulkeutuminen sisäilmaan paine-eron vaikutuksesta, Diplomityö: Aalto yliopisto.

Salkinoja-Salonen, Mirja. (toim.) 2002 Mikrobiologian perusteita. Mikrobiologian julkaisuja 49. Helsingin yliopisto, Soveltavan kemian ja mikrobiologian laitos, Viikki.

Salkinoja-Salonen, Mirja. Rakennuslehti 2016/04 29.1.2016

Sosiaali- ja terveysministeriö. Kosteusvauriot työpaikoilla. Kosteusvauriotyöryhmän muistio. Sosiaali- ja terveysministeriö selvityksiä 2009:18

Tikkanen, Timo. 2014. Sisäilma-asiantuntijan tehtävät ja kiinteistöstrategian käynnistäminen, opinnäytetyö Savonia AMK.

Täyder, Martin. 2017. Suomen koulujen sisäilma on puhtaampaa, mutta oirehtivia ihmisiä on enemmän kuin muualla Euroopassa. Rakennuslehti 2017/14

Suonketo, Jommi 2015. DI, Tutkija, Tampereen teknillinen yliopisto. Keskustelu ja neuvottelu 1.3.2015 Urjala

Vinha, Juha. 2011a. Homeen kasvun laskentamallin kehitystyö. 1.11.2011. Tampereen teknillinen yliopisto. Frame 3. yleisöseminaari, Helsinki 1.12.2011. (Vinha 2011a, s.25)

Liitteet

Liite 1 Mikrobinäytteet 7.3.2013 5 sivua

Liite 2 Mikrobinäytteet 16.4.2013 3 sivua

Liite1

1(5)

Taulukko 1 Mikrobinäytteiden 7.3.2013 analyysitodistus

Turun yliopiston ympäristöntutkimuskeskus Aerobiologian yksikkö 20014 Turku		• puh. 02 - 333 6065 • aerobiologi@utu.fi • faksi 02 - 251 210 • http://aerobiologia.utu.fi
Väinö LinnanLukioHuhdinKoulu_mat_JS_070313.doc (1/5)		
ANALYYSIRAPORTTI		
Tilaaaja:	Rakennusinsinööri Jommi Suonketo	
Laskutus:	Ruusutie 5, 37550 Lempäälä	
	Urjalan kunta / Jiri Laine	
	PL 33, 31761 URJALA	
Raportin toim.os.:	jommi@suonketo.fi	
Raportin sisältö:	Materiaalinäytteitä	5 kpl
Näytetiedot:		
Kohde:	Väinö Linnan lukio ja Huhdin koulu	
Näytteenottaja:	Jommi Suonketo	
Näytteenottopvm:	7.3.2013	
Näytteet:		<i>lab.tunniste</i>
Näyte N1.	Lk 126. Akustolevyn tausta vesijäljen kohdalta (lasivilla)	Y653
Näyte N2.	Lk 122. Kattotasoite vanhasta vuotokohdasta (tasoite)	Y654
Näyte N3.	Lk 129. Kattotasoite uudesta vuotokohdasta (tasoite)	Y655
Näyte N4.	Oppilaskunnan ryhmätila, ulkoseinän eriste kastuneesta seinästä (kivivilla)	Y656
Näyte N5.	Kuraattorin työhuone, päätyseinän lämmöneriste; vertailukohta näytteelle N4 (kivivilla)	Y657
Näytteet saapuivat laboratorioon: 11.3.2013		
Analyyysi:		
Menetelmä:	suoraviljely; viljelyyn perustuva suku/lajitason tunnistus, suuntaa antava määräärvio, viljely suoraan maljoille ilman laimennusta. Menetelmä selvittää vain käytetyillä elatusalustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit.	
Viljelypvm:	11.3.2013 / TH	
Kasvatusalustat:	tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG, Asumisterveysohje, 2003); bakteerit, aktinomykeetit eli sädesienet mallasuuteagar (MEA, Lääkintöhallitus, 1990); mesofiiliset hiiva- ja homesienet, basidiomykeetit dikloraani-18%-glyseroliagar (DG-18, Asumisterveysohje, 2003); kserofiiliset sienet <i>Kserofiiliset sienet kasvavat mesofiilisiä sieniä kuivemmissä olosuhteissa (materiaalin vesiaktiivisuusvaatimus on $a_w = 60-80$). Kserofiiliset sienet ovat tyypillisiä kosteusvaurion reuna-alueilla sekä kosteusvaurion alkuvaiheessa.</i>	
Kasvatusolosuhteet:	kasvatustilapöytä 25° C kasvatusaika 7 vrk (bakteeri- ja sienipesäkkeiden määräärvio), sienien määrittäminen 7-14 vrk, aktinomykeettipesäkkeiden määräärvio 10-14 vrk	
Analyysoijat:	Satu Saarinen / Turun yliopisto, Aerobiologian yksikkö	
Tulosten tulkinta ja esitystapa	Käytetty menetelmä ei sovelleta Asumisterveysohjeessa (2003) esitettyjä ohjeita, vaan analyysissä on käytetty mikrobikasvun runsauden mukaista asteikkoa. Kasvun runsaus esitetty taulukoissa seuraavasti: - = ei kasvua, (+) = yksittäinen pesäke, + = vähän, ++ = kohtalaisesti, +++ = runsaasti, ++++ = erittäin runsaasti kasvua, y = ylikasvu). Asteikko on vain suuntaa antava. Verrattuna asumisterveysohjeen pitoisuusalueisiin, viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen mikäli elinkykyisten sienten kasvu on runsasta (+++/++++) tai aktinomykeettikasvu on kohtalaista tai runsasta (+++/++++) (Tulonen, 2005). Kosteusvaurioidikoivat ryhmät on merkitty * ja mahdollisesti toksiset mikrobiryhmät *; luokittelu Asumisterveysoppaan (2009) mukaan	
Analyyssit koskevat vain tutkittua näytettä. Asiakirjan osittainen kopioiminen kielletty.		

Liite 1
2(5)

Taulukko 1. Mikrobinäytteiden 7.3.2013 analyysitodistus

Turun yliopiston ympäristötutkimuskeskus
Aerobiologian yksikkö
20014 Turku

• puh. 02 - 333 6065 • aerobiologi@utu.fi
• faksi 02 - 251 210 • http://aerobiologia.utu.fi

Väinö LinnanLukioHuhdinKoulu_mat_JS_070313.doc (2/5)

TULOKSET JA NÄYTEKOHTAISET TULKINNAT

Näyte N1. Lk 126. Akustolevyn tausta vesijäljen kohdalta (lasivilla) Y653

Bakteerit (THG –elatusalusta)	Yht.	+
Aktinomykeetit *a	-	
Muut bakteerit	+	
Mesofiiliset sienet (MEA –elatusalusta)	Yht.	(+)
Homesienet		
<i>Penicillium</i>	(+)	
Kserofiiliset sienet (DG-18 –elatusalusta)	Yht.	+
Homesienet		
<i>Penicillium</i>	+	

Näytekohtainen tulkinta

Näytteen viljelytulokset eivät viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.
Näytteessä ei esiintynyt aktinomykeettejä eikä selkeästi kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

Näyte N2. Lk 122. Kattotasoite vanhasta vuotokohdasta (tasoite) Y654

Bakteerit (THG –elatusalusta)	Yht.	++++
Aktinomykeetit *a	-	
Muut bakteerit	++++	
Mesofiiliset sienet (MEA –elatusalusta)	Yht.	++++
Homesienet		
<i>Fusarium</i> *a	++	
<i>Penicillium</i>	++	
<i>Phoma</i> *	++	
<i>Aureobasidium</i>	+	
Hiivasienet	+++	
Kserofiiliset sienet (DG-18 –elatusalusta)	Yht.	+++
Homesienet		
<i>Aspergillus versicolor</i> *a	++	
<i>Penicillium</i>	++	
<i>Phoma</i> *	++	
Hiivasienet	++	

Näytekohtainen tulkinta

Näytteessä esiintynyt erittäin runsas sienten kasvu viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Näytteessä tavattiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

Näytteessä ei esiintynyt aktinomykeettejä. Näytteessä esiintynyt erittäin runsas muiden bakteerien kasvu on saattanut heikentää aktinomykeettien kasvua ja/tai havaittavuutta.

Analyytit koskevat vain tutkittua näytettä. Asiakirjan osittainen kopioiminen kielletty.

Liite 1

3(5)

Taulukko 1. Mikrobinäytteiden 7.3.2013 analyysitodistus

Turun yliopiston ympäristötutkimuskeskus
Aerobiologian yksikkö
20014 Turku

• puh. 02 - 333 6065 • aerobiologi@utu.fi
• faksi 02 - 251 210 • http://aerobiologia.utu.fi

Väinö LinnanLukioHuhdinKoulu_mat_JS_070313.doc (3/5)

Näyte N3. Lk 129. Kattotasoite uudesta vuotokohdasta (tasoite) Y655

Bakteerit (THG –elatusalusta)	Yht.	++++
Aktinomykeetit **	-	
Muut bakteerit	++++	
Mesofiiliset sienet (MEA –elatusalusta)	Yht.	-
ei sienikasvua; bakteereja		
Kserofiiliset sienet (DG-18 –elatusalusta)	Yht.	-
ei kasvua		

Näytekohtainen tulkinta

Näytteen viljelytulokset eivät viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon (aktinomykeetit, sienet) tutkitussa materiaalissa.

Näytteessä ei esiintynyt aktinomykeetti- eikä sienikasvua.

Näytteessä esiintynyt erittäin runsas muiden bakteerien kasvu on saattanut heikentää aktinomykeettien kasvua ja/tai havaittavuutta.

Näyte N4. Oppilaskunnan ryhmätila, ulkoseinän eriste kastuneesta seinästä (kivivilla) Y656

Bakteerit (THG –elatusalusta)	Yht.	++
Aktinomykeetit **	++	
Muut bakteerit	++	
Mesofiiliset sienet (MEA –elatusalusta)	Yht.	++
Homesienet		
Aspergillus versicolor **	+	
Engyodontium *	+	
Penicillium	+	
Kserofiiliset sienet (DG-18 –elatusalusta)	Yht.	++
Homesienet		
Aspergillus versicolor **	++	
Engyodontium *	+	
Penicillium	+	
Phoma *	+	

Näytekohtainen tulkinta

Näytteessä esiintynyt kohtalainen aktinomykeettien kasvu viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Kosteusvaurioon viittaavat aktinomykeetit saattavat tuottaa toksisia yhdisteitä rakennusmateriaaleilla.

Näytteessä tavattiin lisäksi kohtalaisia määriä kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

Analyytit koskevat vain tutkittua näytettä. Asiakirjan osittainen kopioiminen kielletty.

Taulukko1 Mikrobinäytteiden 7.3.2013 analyysitodistus

Turun yliopiston ympäristöntutkimuskeskus Aerobiologian yksikkö 20014 Turku		• puh. 02 - 333 6065 • aerobiologi@utu.fi • faksi 02 - 251 210 • http://aerobiologia.utu.fi	
Väinö LinnanLukioHuhdinKoulu_mat_JS_070313.doc (4/5)			
Näyte N5. Kuraattorin työhuone, päätyseinän lämmöneriste: vertailukohta näytteelle N4 (kivivilla)Y657			
Bakteerit (THG –elatusalusta)		Yht.	+
Aktinomykeetit *a			+
Muut bakteerit			+
Mesofiiliset sienet (MEA –elatusalusta)		Yht.	+
Homesienet			
<i>Aspergillus versicolor</i> *a		(+)	
<i>Penicillium</i>		(+)	
Kserofiiliset sienet (DG-18 –elatusalusta)		Yht.	+
Homesienet			
<i>Aspergillus versicolor</i> *a		(+)	
Näytekohtainen tulkinta Näytteen viljelytulokset eivät viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa. Näytteessä esiintyi erittäin pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa sekä pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.			
YHTEENVETO TULOKSISTA			
Näyte	Mikrobikasvun esiintyminen kohteessa näytteittäin		
Näyte N1.	Ei aktiivista mikrobikasvustoa.		
Näyte N2.	Aktiivinen mikrobikasvusto.		
Näyte N3.	Ei aktiivista mikrobikasvustoa (sienet, aktinomykeetit)		
Näyte N4.	Aktiivinen mikrobikasvusto.		
Näyte N5.	Ei aktiivista mikrobikasvustoa.		
Huomioitavaa Epäilystä vauriokohdasta tehdyt havainnot ja näytteenottokohdan merkitys sisäilman kannalta on huomioitava tulkittaessa näytteen osoittamaa terveyshaittaa. Käytössä oleva menetelmä selvittää vain käytetyillä elatusalustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit.			
Rakennuksessa esiintyvän mikrobikasvun merkitys Rakennuksessa esiintyvistä mikrobikasvustosta voi kulkeutua sisäilmaan ilmajärvästen ja ilmanvaihdon mukana mikrobeja (esimerkiksi itiöitä ja niiden osasia) sekä niiden hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteita, joille sisätiloissa oleskelevat altistuvat. Ellei mikrobikasvustoa ole poistettu, se voi olla terveydelle haitallista vielä senkin jälkeen, kun rakennusmateriaali on kuivunut tai kuivatettu. Kosteusvaurio on välittömästi korjattava ja vaurioon johtaneet syyt poistettava. Altistumisesta saattaa aiheutua silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireita, yöyskää tai erilaisia yleisoireita, esimerkiksi lämpöilyä. Oireet yleensä lievenevät tai katoavat, kun altistus keskeytyy tai lakkaa. Altistuksen seurauksena voi esiintyä myös toistuvia hengitystieinfektioita tai kehittyä pitkäaikaissairaus, esimerkiksi astma. Altistuksen on havaittu lisäävän poskiontelo- ja keuhkoputkentulehduksen riskiä. Asumisterveysohje, 2003			
Analyysit koskevat vain tutkittua näytettä. Asiakirjan osittainen kopioiminen kielletty.			

Liite 1

5(5)

Taulukko 1 Mikrobinäytteiden 7.3.2013 analyysitodistus

Turun yliopiston ympäristöntutkimuskeskus Aerobiologian yksikkö 20014 Turku		• puh. 02 - 333 6065 • aerobiologi@utu.fi • faksi 02 - 251 210 • http://aerobiologia.utu.fi	
Väinö LinnanLukioHuhdinKoulu_mat_JS_070313.doc (5/5)			
Rajaukset			
Rakennusmateriaaleihin, jotka ovat kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei voida soveltaa tässä raportissa käytettyjä tulkintaperiaatteita, varsinkaan jos niiden kautta ei tapahdu ilmavuotoja sisätiloihin.			
Turussa 22.3.2013			
Sirkku Häkkinä FM, rakennusterveysasiantuntija, projektitutkija Aerobiologian yksikkö, TY		Anna-Mari Pessi FM, erikoistutkija Aerobiologian yksikkö, TY	
Viitteet			
Asumisterveysohje. Sosiaali- ja Terveysministeriön oppaita 2003:1. 93 ss. Asumisterveysopas. 3. korj painos. Sosiaali- ja terveysministeriö (julk.), Ympäristö ja Terveys-lehti, Pori. 2009. 200 ss. Lääkintöhallitus: Asuntojen kuntoa ja hoitoa koskeva opas. Rauma, 1990. 54 ss. Tulonen Krista 2005. Rakennusmateriaalien mikrobitutkimusmenetelmien vertailu. Insinööriyö. Turku AMK, biotekniikka			
Analyysit koskevat vain tutkittua näytettä. Asiakirjan osittainen kopioiminen kielletty.			

Liite 2

1(3)

Taulukko 2 Mikrobinäytteiden 16.4.2013 analyysitodistus, lisänäytteet

Turun yliopiston ympäristöntutkimuskeskus Aerobiologian yksikkö 20014 Turku		• puh. 02 - 333 6065 • aerobiologi@utu.fi • faksi 02 - 251 210 • http://aerobiologia.utu.fi
VäinöLinnanLukioJaHuhdinKoulu_mat_Suonketo_160413.doc (1/3)		
ANALYYSIRAPORTTI		
Tilaaaja:	Rakennusinsinööri Jommi Suonketo	
Laskutus:	Ruusutie 5, 37550 Lempäälä	
Raportin toim.os.:	Urjalan kunta / Jiri Laine PL 33, 31761 Urjala jommi@suonketo.fi	
Raportin sisältö:	materiaalinäytteitä 2 kpl	
Näytetiedot:		
Kohde:	Väinö Linnan lukio ja Huhdin koulu	
Näytteenottaja:	Jommi Suonketo	
Näytteenottopvm:	16.4.2013	
Näytteet:	<i>lab.tunniste</i>	
Näyte 1.	N6, Juhlasalin lattia, käytävän puolelta (sahanpuru)	Z862
Näyte 2.	N7, Juhlasalin lattia, ulkonurkka (sahanpuru)	Z863
Näytteet saapuivat laboratorioon: 18.4.2013		
Analyyssi:		
Menetelmä:	suoraviljely; viljelyyn perustuva suku/lajitason tunnistus, suuntaa antava määräärvio, viljely suoraan maljoille ilman laimennusta. Menetelmä selvittää vain käytetyillä elatusalustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit.	
Viljelypvm:	18.4.2013 / TH	
Kasvatusalustat:	tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG, Asumisterveysohje, 2003); bakteerit, aktinomykeetit eli sädesienet mallasuuteagar (MEA, Lääkintöhallitus, 1990); mesofiiliset hiiva- ja homesienet, basidiomykeetit dikloraani-18%-glyseroliagar (DG-18, Asumisterveysohje, 2003); kserofiiliset sienet <i>Kserofiiliset sienet kasvavat mesofiilisiä sieniä kuivemmissa olosuhteissa (materiaalin vesiaktiivisuusvaatimus on $a_w = 60-80$). Kserofiiliset sienet ovat tyypillisiä kosteusvaurion reuna-alueilla sekä kosteusvaurion alkuvaiheessa.</i>	
Kasvatusolosuhteet:	kasvatustilapöytä 25° C kasvatusaika 7 vrk (bakteeri- ja sienipesäkkeiden määräärvio), sienien määrittäminen 7-14 vrk, aktinomykeettipesäkkeiden määräärvio 10-14 vrk	
Analyysoijat:	Raisa Ilmanen, Anna-Mari Pessi / Turun yliopisto, Aerobiologian yksikkö	
Tulosten tulkinta ja esitystapa	Käytetty menetelmä ei sovelleta Asumisterveysohjeessa (2003) esitettyjä ohjeita, vaan analyysissä on käytetty mikrobikasvun runsauden mukaista asteikkoa. Kasvun runsaus esitetty taulukoissa seuraavasti: - = ei kasvua, (+) = yksittäinen pesäke, + = vähän, ++ = kohtalaisesti, +++ = runsaasti, ++++ = erittäin runsaasti kasvua, y = ylikasvu). Asteikko on vain suuntaa antava. Verrattuna asumisterveysohjeen pitoisuusalueisiin, viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen mikäli elinkykyisten sienien kasvu on runsasta (+++/++++) tai aktinomykeettikasvu on kohtalaista tai runsasta (+++/++++) (Tulonen, 2005). Kosteusvaurioindikoivat ryhmät on merkitty * ja mahdollisesti toksiset mikrobiryhmät ^a; luokittelu Asumisterveysoppaan (2009) mukaan	
Analyyssit koskevat vain tutkittua näytettä. Asiakirjan osittainen kopioiminen kielletty.		

Liite 2

2(3)

Taulukko 2 Mikrobinäytteiden 16.4.2013 analyysitodistus, lisänäytteet

Turun yliopiston ympäristöntutkimuskeskus
Aerobiologian yksikkö
20014 Turku

• puh. 02 - 333 6065 • aerobiologi@utu.fi
• faksi 02 - 251 210 • http://aerobiologia.utu.fi

VäinöLinnanLukioJaHuhdinKoulu_mat_Suonketo_160413.doc (2/3)

TULOKSET JA NÄYTEKOHTAISET TULKINNAT

Näyte 1. N6, Juhlasalin lattia, käytävän puolelta (sahanpuru) Z862

Bakteerit (THG –elatusalusta)	Yht.	++
Aktinomykeetit * ^a	-	
Muut bakteerit	++	
Mesofiiliset sienet (MEA –elatusalusta)	Yht.	++++
Homesienet		
<i>Aspergillus ryhmä Restricti</i> *	++++	
<i>Aspergillus versicolor</i> * ^a	+	
<i>Tritirachium</i> *	(+)	
Kserofiiliset sienet (DG-18 –elatusalusta)	Yht.	++++
Homesienet		
<i>Aspergillus ryhmä Restricti</i> *	++++	
<i>Aspergillus versicolor</i> * ^a	++	
<i>Penicillium</i>	+	

Näytekohtainen tulkinta

Näytteessä esiintynyt erittäin runsas sienten kasvu viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Näytteessä tavattiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

Näytteessä ei esiintynyt aktinomykeettejä.

Näyte 2. N7, Juhlasalin lattia, ulkonurkka (sahanpuru) Z863

Bakteerit (THG –elatusalusta)	Yht.	++
Aktinomykeetit * ^a	+	
Muut bakteerit	++	
Mesofiiliset sienet (MEA –elatusalusta)	Yht.	++++
Homesienet		
<i>Penicillium</i>	++++	
<i>Aureobasidium</i>	+	
<i>Fusarium</i> * ^a	+	
<i>Paecilomyces variotii</i> * ^a	+	
Kserofiiliset sienet (DG-18 –elatusalusta)	Yht.	++++
Homesienet		
<i>Penicillium</i>	++++	

Näytekohtainen tulkinta

Näytteessä esiintynyt erittäin runsas sienten kasvu viittaa aktiiviseen mikrobikasvustoon tutkitussa materiaalissa.

Näytteessä tavattiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

Näytteessä esiintyi lisäksi pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.

Analyytit koskevat vain tutkittua näytettä. Asiakirjan osittainen kopioiminen kielletty.

Liite 2

3(3)

Taulukko 2 Mikrobinäytteiden 16.4.2013 analyysitodistus, lisänäytteet

Turun yliopiston ympäristöntutkimuskeskus
Aerobiologian yksikkö
20014 Turku

• puh. 02 - 333 6065 • aerobiologit@utu.fi
• faksi 02 - 251 210 • http://aerobiologia.utu.fi

VäinöLinnanLukioJaHuhdinKoulu_mat_Suonketo_160413.doc (3/3)

YHTEENVETO TULOKSISTA

Näyte	Mikrobikasvun esiintyminen kohteessa näytteittäin
Näyte 1.	Aktiivinen mikrobikasvusto.
Näyte 2.	Aktiivinen mikrobikasvusto.

Huomioitavaa

Epäilyistä vauriokohdasta tehdyt havainnot ja näytteenottokohdan merkitys sisäilman kannalta on huomioitava tulkittaessa näytteen osoittamaa terveyshaittaa.

Käytössä oleva menetelmä selvittää vain käytetyillä elatusalustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit.

Rakennuksessa esiintyvän mikrobikasvun merkitys

Rakennuksessa esiintyvistä mikrobikasvustosta voi kulkeutua sisäilmaan ilmavirtausten ja ilmanvaihdon mukana mikrobeja (esimerkiksi itiöitä ja niiden osasia) sekä niiden hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteita, joille sisätiloissa oleskelevat altistuvat. Ellei mikrobikasvustoa ole poistettu, se voi olla terveydelle haitallista vielä senkin jälkeen, kun rakennusmateriaali on kuivunut tai kuivatettu. Kosteusvaurio on välittömästi korjattava ja vaurioon johtaneet syyt poistettava.

Altistumisesta saattaa aiheutua silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireita, yöskäähä tai erilaisia yleisoireita, esimerkiksi lämpöilyä. Oireet yleensä lievenevät tai katoavat, kun altistus keskeytyy tai lakkaa. Altistuksen seurauksena voi esiintyä myös toistuvia hengitystieinfektioita tai kehittyä pitkäaikaissairaus, esimerkiksi astma. Altistuksen on havaittu lisäävän poskiontelo- ja keuhkoputkentulehduksen riskiä.

Asumisterveysohje, 2003

Rajaukset

Rakennusmateriaaleihin, jotka ovat kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei voida soveltaa tässä raportissa käytettyjä tulkintaperiaatteita, varsinkaan jos niiden kautta ei tapahdu ilmavuotoja sisätiloihin.

Turussa 30.4.2013

Anna-Mari Pessi
FM, erikoistutkija
Aerobiologian yksikkö, TY

Satu Saaranen
FL, projektitutkija
Aerobiologian yksikkö, TY

Viitteet

Asumisterveysohje. Sosiaali- ja Terveysministeriön oppaita 2003:1. 93 ss.
Asumisterveysopas. 3. korj. painos. Sosiaali- ja terveysministeriö (julk.), Ympäristö ja Terveys-lehti, Pori. 2009. 200 ss.
Lääkintöhallitus: Asuntojen kuntoa ja hoitoa koskeva opas. Rauma, 1990. 54 ss.
Tulonen Krista 2005. Rakennusmateriaalien mikrobitutkimusmenetelmien vertailu. Insinööritoimisto. Turku AMK, biotekniikka

Analyytit koskevat vain tutkittua näytettä. Asiakirjan osittainen kopioiminen kielletty.